



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

1.1. ÍNDICE

1.1. ÍNDICE	1
1.2. OBJETO DEL PROYECTO	6
1.3. ANTECEDENTES.....	6
1.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	6
1.4.1. EMPLAZAMIENTO	6
1.4.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	8
1.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	8
1.6. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	9
1.6.1. TIPOS DE INSTALACIONES.....	11
1.6.1.1. Calefacción eléctrica	11
1.6.1.2. Calefacción por bomba de calor.....	11
1.6.1.3. Calefacción por energía solar.....	11
1.6.1.4. Calefacción por combustión.....	12
1.6.1.5. Calefacción por fluidos térmicos	12
1.6.1.6. Calefacción por aire	12
1.6.1.7. Calefacción por agua o vapor.....	12
1.6.1.8. Calefacción con instalaciones monotubo.....	13
1.6.1.9. Calefacción con instalaciones bitubo	13
1.6.1.10. Calefacción con retorno directo	13
1.6.1.11. Calefacción con retorno invertido	13
1.6.1.12. Calefacción por radiadores.....	13
1.6.1.13. Calefacción por convectores	13
1.6.1.14. Calefacción por fan-coils	13
1.6.1.15. Calefacción por superficie radiante.....	14
1.6.2. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	15
1.6.2.1. Descripción de la solución	15
1.6.3. CONDICIONES DE DISEÑO.....	15
1.6.3.1. Condiciones interiores.....	16
1.6.3.2. Condiciones exteriores	17
1.6.4. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	18

1.6.4.1. Zona climática.....	19
1.6.4.2. Condensaciones.....	19
1.6.4.3. Permeabilidad al aire.....	20
1.6.4.4. Tipos de cerramientos que componen el edificio.....	20
1.6.4.5. Opción simplificada	22
1.6.4.6. Fichas justificativas de la opción simplificada.....	23
FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios.....	23
FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética.....	25
FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones.....	25
1.6.5. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA	26
1.6.5.1. Pérdidas por transmisión.....	26
1.6.5.2. Pérdidas por entradas de aire exterior	27
1.6.5.3. Ganancias de calor	28
1.6.5.4. Demanda calorífica total	28
1.6.6. SUELO RADIANTE	29
1.6.6.1. Temperatura media superficial.....	29
1.6.6.2. Caudal de agua	30
1.6.6.3. Compensación de los circuitos.....	30
1.6.6.4. Elección de aparatos.....	32
1.6.6.5. Instalación de la solera radiante	32
1.7. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	32
1.7.1. TIPOS DE INSTALACIÓN	32
1.7.1.1. Preparación de ACS instantánea	33
1.7.1.2. Preparación de ACS con acumulación.....	33
1.7.2. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	33
1.7.2.1. Descripción de la solución	33
1.7.3. CONDICIONES DE DISEÑO.....	34
1.7.3.1. Consumo diario de agua.....	34
1.7.3.2. Zona climática.....	34
1.7.3.3. Contribución solar mínima.....	34
1.7.3.4. Temperatura de suministro del agua	34
1.7.3.5. Temperatura de preparación del agua	34
1.7.3.6. Prevención de Legionela	35

1.7.4. ELECCIÓN DE APARATOS	35
1.8. INSTALACIÓN SOLAR.....	36
1.8.1. TIPOS DE INSTALACIÓN	36
1.8.2. EL CAPTADOR SOLAR	37
1.8.2.1. Solución adoptada	38
1.8.2.2. Orientación de los colectores	38
1.8.2.3. Colocación de los colectores	39
1.8.2.4. Fluido caloportante.....	39
1.8.2.5. Red de distribución	39
1.8.3. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR	40
1.8.3.1. Resultados de calefacción	40
1.8.3.2. Resultados de agua caliente sanitaria.....	41
1.8.4. VERIFICACIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES.....	43
1.8.4.1. Sistema de calefacción	43
1.8.4.2. Sistema de agua caliente sanitaria.....	43
1.8.5. ELECCIÓN DE APARATOS	44
1.8.6. VERIFICACIÓN DEL DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	44
1.9. INSTALACIÓN DE CALDERA.....	44
1.9.1. Características de la caldera	44
1.9.2. Características del combustible.....	45
1.9.3. Conexiones de combustible con la caldera	45
1.9.4. Chimenea.....	45
1.10. SIMULACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO (CALEFACCIÓN)	45
1.10.1. Diseño del edificio	46
1.10.2. Simulación del edificio	49
1.10.3. Resultados de la simulación	50
1.10.3.1. Emplazamiento.....	50
1.10.3.2. Envolvente.....	50
1.10.3.3. Datos de cálculo	50
1.10.3.4. Resultados gráficos	51
1.12. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	57
1.12.1. Ordenador.....	57
1.12.2. Software	58

1.12.3. Periféricos	60
1.12.4. Dispositivo de entradas y salidas	61
1.12.5. Sensores de temperatura.....	61
1.12.6. Caudalímetros	62
1.12.7. Estación meteorológica	64
1.12.8. Sistema de suelo radiante	65
1.13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	66
1.14. ESTUDIO ECONÓMICO	67
1.14.1. AHORRO DE COMBUSTIBLE	67
1.14.1.1. Consumo anterior	67
1.14.1.2. Consumo actual.....	67
1.14.1.3. Precio del combustible	68
1.14.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO	68
1.14.3. BENEFICIO ANUAL NETO	68
1.14.4. BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	68
1.14.5. VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RENTABILIDAD	69
1.15. EMISIONES DE CO ₂ AL MEDIO AMBIENTE	70
1.16. ANEXOS	72
1.16.1. ANEXO I. FICHA JUSTIFICATIVA ANTERIOR (NBE-79)	72
1.16.2. ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS	73
1.16.2.1. Captadores solares.....	73
1.17.1.1. Interacumulador	74
1.19.1.1. Intercambiador de placas.....	76
1.20.1.1. Bombas de circulación	77
1.20.1.2. Caldera	82
1.20.1.3. Vasos de expansión	83
1.20.1.4. Suelo radiante.....	85
1.20.1.5. Ordenador de monitorización.....	92
1.20.1.6. Dispositivo de entradas y salidas	94
1.20.1.7. Sensores de temperatura.....	96
1.20.1.8. Sensores de caudal	98
1.20.1.9. Estación meteorológica	100
1.20.1.10. Módulo para domótica Suelo Radiante	101

1.20.2. ANEXO III. GRÁFICAS OBTENIDAS CON OPENSTUDIO.....	103
1.20.2.1. Salón.....	103
1.20.2.2. Despensa	105
1.20.2.3. Cocina	107
1.20.2.4. Baño	109
1.20.2.5. Pasillo.....	111
1.20.2.6. Dormitorio 1.....	113
1.20.2.7. Dormitorio 2.....	115
1.20.2.8. Ático.....	117

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto es el diseño y el cálculo de los sistemas de agua caliente sanitaria y de calefacción de una vivienda unifamiliar situada en el municipio de Arcones (Segovia).

En el Proyecto se utilizará energía solar térmica sobre la cubierta del edificio como apoyo para ambos sistemas. El sistema de calefacción será por suelo radiante para garantizar el confort, únicamente en la planta situada a nivel de suelo.

Del mismo modo, es objeto del Proyecto la definición de un sistema de monitorización capaz de recoger información de la instalación en tiempo real y mostrarla localmente en el edificio o remotamente a través de internet, almacenarla en diferentes tipos de bases de datos, realizar cálculos de variables secundarias y actuar manual o automáticamente sobre el sistema según la programación que se efectúe.

El Proyecto acompaña una simulación energética del edificio realizada con la ayuda del software EnergyPlus creado para el Departamento de Energía de Estados Unidos.

1.3. ANTECEDENTES

El edificio objeto del Proyecto se encuentra construido desde el año 1.993 y dispone desde entonces de sistemas de calefacción y de agua caliente sanitaria impulsadas totalmente por una caldera mixta de gasóleo.

El Proyecto de construcción de la vivienda unifamiliar consta de las hojas de cumplimiento de las normas vigentes en el momento, entre ellas la ficha justificativa del cálculo del K_G del edificio de la norma básica de la edificación NBE-CT-79 sobre condiciones térmicas en los edificios, norma que fue derogada con la publicación y entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación en 2.006. Esta ficha se presenta en los anexos de la presente Memoria.

La caldera actual es de la marca Ferroli, modelo Silent R K 25, con una potencia nominal de 25 kW y unos rendimientos del 90,38% (potencia 100%) y del 90,39% (potencia 30%). La caldera es alimentada por gasóleo desde un depósito de acumulación de 1.000 litros de la marca Schütz, modelo 992534.

Los emisores térmicos instalados son radiadores de diferente número de elementos según la estancia a calefactar. El número de radiadores instalados es de 7. Todas las estancias disponen de un radiador, a excepción del salón, que dispone de 2 emisores, y la despensa, que no dispone de ninguno.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

1.4.1. EMPLAZAMIENTO

El edificio proyectado está ubicado en el núcleo urbano de Huerta, municipio de Arcones, en la ladera Norte de la Sierra de Guadarrama, provincia de Segovia, a una altitud de 1.140 metros sobre el nivel del mar.

El núcleo urbano se encuentra bien comunicado a través de carretera de asfalto desde la carretera nacional N-110. Los grandes núcleos de población más cercanos son: Segovia (55 km), Aranda de Duero (78 km), Madrid (120 km), Valladolid (122 km) y Guadalajara (122 km).

El edificio se encuentra en un solar de forma irregular con una superficie aproximada de 222,17 m², cuyos linderos son:

- Norte: Calle Prádena.
- Oeste: Parcela sin construcción.
- Sur: Parcela construida.
- Este: Calle Fragua y parcela de uso industrial (fragua) sin calefactar.

La información descriptiva y gráfica del solar se encuentra en los Planos N° 1 y N°2 del Documento N° 3 del presente Proyecto.

El edificio, igualmente de forma irregular, dispone de planta baja de 2,60 m de altura, con una superficie de 75,28 m², y aprovechamiento bajo cubierta de 1 m de altura en los laterales y 2 m en la zona central, con una superficie de 77,85 m², quedando el resto del solar como espacio libre privativo, en el que se encuentra un patio y la sala de calderas.

La información descriptiva y gráfica del edificio se encuentra en los Planos N° 3, N° 4, y N°5 del Documento N° 3 del presente Proyecto.

La distribución de la superficie del edificio es la siguiente:

Planta	Recinto	Superficie
Baja	Pasillo	6,44
	Salón	26,33
	Cocina	7,35
	Despensa	3,05
	Baño	6,03
	Dormitorio 1	13,88
	Dormitorio 2	12,20
Ático	Ático	77,85

La información descriptiva y gráfica de la distribución del edificio se encuentra en los Planos Nº 6, y Nº7 del Documento Nº 3 del presente Proyecto.

1.4.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la realización del presente Proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y sus posteriores modificaciones.
 - Documento Básico HE. Ahorro de Energía.
 - Documento Básico HS. Salubridad.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, y sus posteriores modificaciones.
- Normas UNE correspondientes.
 - UNE 100014: Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.
 - UNE-EN 1264: Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies.
 - UNE 100155: Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
 - UNE-EN ISO 7730, UNE-EN ISO 8996 y UNE-EN ISO 9920: Ergonomía del ambiente térmico.
 - UNE 100030 IN: Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El sistema de producción de energía para calefacción y agua caliente sanitaria que se ha adoptado en el presente Proyecto es el de caldera de gasóleo de condensación con apoyo de energía solar térmica. El sistema de agua caliente sanitaria que se ha adoptado dispondrá de un interacumulador de 150 l. El sistema de calefacción que se ha adoptado es el de suelo radiante con 7 circuitos independientes. El sistema de monitorización se basará en un único ordenador de rango industrial que recogerá la información de diferentes sensores repartidos por la instalación.

De la instalación anterior se mantendrán:

- Depósito de gasóleo.
- Todos los conductos posibles en la sala de calderas.

Se eliminarán de la instalación anterior:

- Caldera de gasóleo convencional.
- Emisores térmicos.
- Conductos hasta los emisores térmicos.

Obra civil requerida:

- Levantamiento de pavimento actual para añadir conductos de suelo radiante.

Se añadirán los siguientes elementos en la sala de calderas:

- Caldera de gasóleo de condensación.
- Interacumulador de agua caliente sanitaria.
- Intercambiador de placas para calefacción.
- Conductos y elementos de fontanería.
- Sistemas de monitorización y control.

Instalación en otras zonas del edificio:

- Colectores solares planos, y sus conductos (cubierta).
- Colectores de agua de suelo radiante, y sus conductos (despensa).

1.6. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

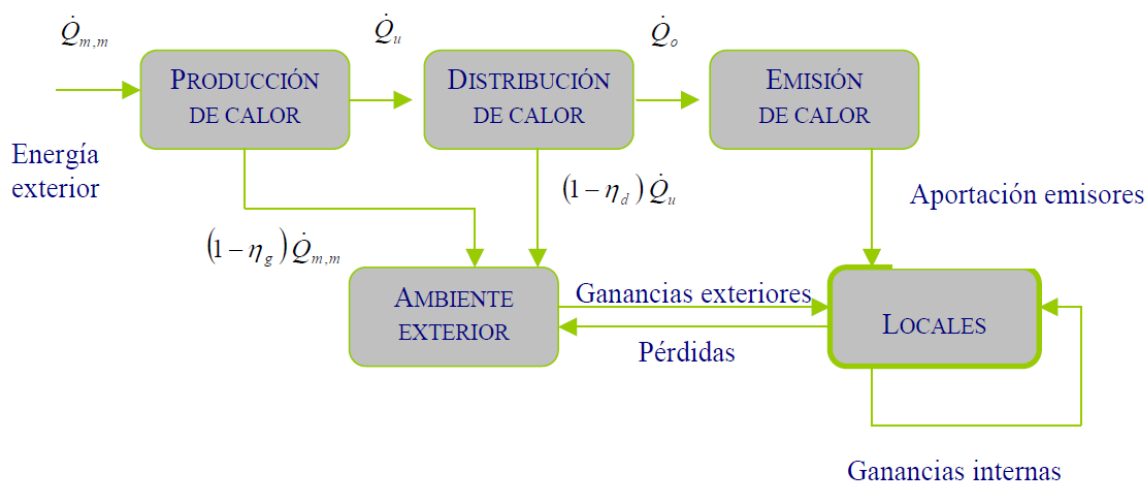
Se denomina calefacción a cualquier proceso que controle, al menos, la temperatura mínima de un local. El objetivo de las instalaciones de calefacción es, por tanto, conseguir que la temperatura en el interior de un determinado local, o conjunto de locales, no descienda nunca por debajo de un cierto valor, con independencia de las condiciones que puedan darse en el exterior.

En general, una instalación de calefacción estará integrada por los tres subsistemas siguientes:

- Generación de calor a partir de una fuente energética exterior.
- Distribución de calor entre la generación y la emisión.
- Emisión de calor a cada uno de los locales.

La instalación de calefacción a ejecutar, en principio, será distinta según:

- El tamaño, tipo constructivo y el uso de los locales a calefactar.
- La climatología del lugar en el que se ubique el edificio.



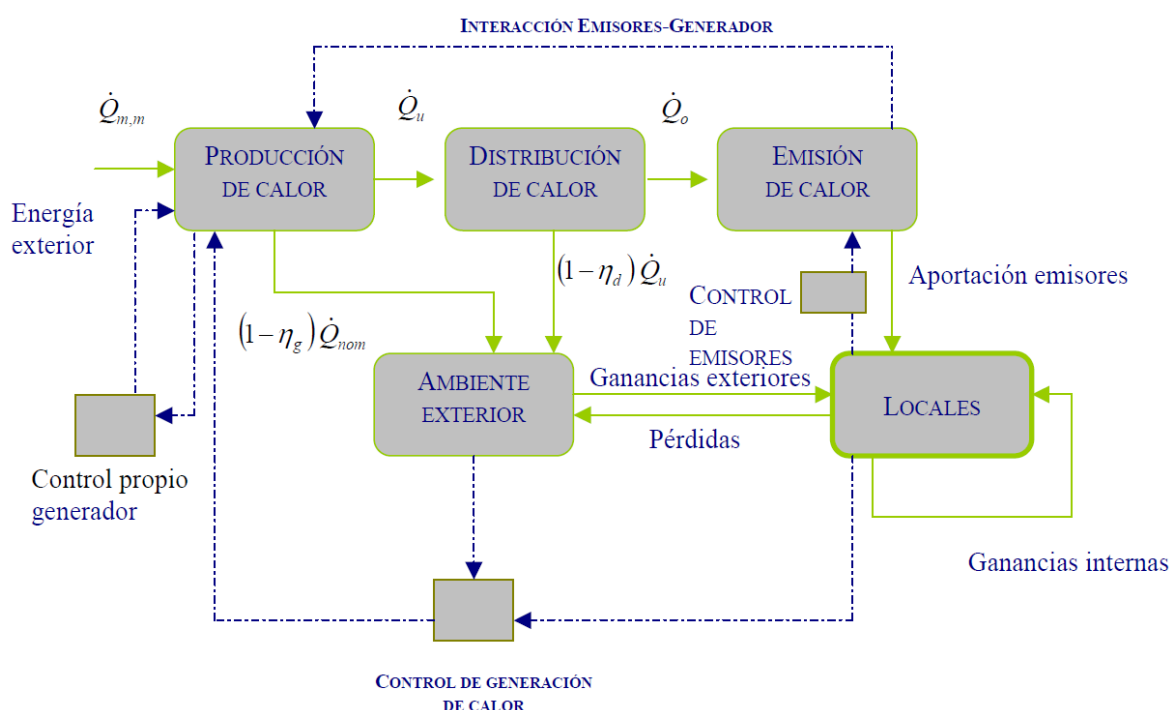
El flujo calorífico consumido procedente de la fuente de energía externa recibe el nombre de potencia calorífica nominal, y es uno de los costes de funcionamiento más importantes de la instalación. El flujo calorífico cedido por el subsistema de generación al de distribución se denomina potencia calorífica útil. La diferencia entre ambos representa las pérdidas en la generación de calor.

Del mismo modo, la potencia calorífica útil siempre será mayor que la potencia calorífica entregada por el subsistema de emisión de calor. La diferencia entre ambos representa las pérdidas en la distribución de calor.

Además, los locales y el ambiente exterior interactúan entre sí, produciéndose pérdidas de calor por transmisión, aunque también pueden producirse aportaciones de calor desde el ambiente hacia los locales, fundamentalmente debidas a la radiación solar que penetra a través de los acristalamientos. Estas aportaciones se denominan ganancias externas de calor.

Asimismo, es posible que en el interior de los locales se produzcan aportaciones caloríficas, debidas fundamentalmente a la iluminación o a la actividad física de los ocupantes, las cuales se denominan ganancias internas de calor.

La diferencia entre los flujos de calor debidos a las pérdidas de calor que experimenta un local y las ganancias de calor del mismo es lo que constituye la carga térmica de calefacción en cada instante. Si, en un cierto instante, el flujo de calor emitido es superior a su carga térmica de calefacción, el local se calienta, y si es inferior, el local se enfría. Por tanto, se hace necesario la incorporación de un subsistema de control que garantice la temperatura mínima de cada local independientemente de las perturbaciones que puedan actuar sobre ellos.



1.6.1. TIPOS DE INSTALACIONES

Las instalaciones de calefacción pueden clasificarse con arreglo a diversos criterios, siendo los más usuales:

- Por el grado de concentración: unitarias, individuales y colectivas.
- Atendiendo a la fuente de energía: eléctrica, por bomba de calor, por energía solar y por combustión.
- En función del fluido caloportador: por fluidos térmicos, por aire, por agua y por vapor.
- En función del trazado y diseño de la red de distribución: de distribución superior, de distribución inferior, monotubo, bitubo, con retorno directo y con retorno invertido.
- Por el tipo de aparato calefactor: de radiadores, de convectores, de fan-coils, de aerotermos y por superficie radiante.

A continuación se detallan los tipos de instalaciones de posible realización en el presente Proyecto (instalación individual de calefacción).

1.6.1.1. Calefacción eléctrica

La calefacción eléctrica es aquella que genera calor por el denominado efecto Joule, o lo que es lo mismo, por la liberación de calor que se produce cuando una corriente eléctrica atraviesa una resistencia. La calefacción eléctrica puede ser directa o con acumulación.

La eliminación de las tarifas valle y la creciente subida de los precios de la electricidad son motivos suficientes para descartarla en el Proyecto.

1.6.1.2. Calefacción por bomba de calor

La bomba de calor es una máquina térmica que permite captar energía de un sistema a baja temperatura y posteriormente cederla a otro segundo sistema que se encuentra más caliente.

La energía que precisa la bomba de calor se ha debido producir previamente, con un rendimiento de generación y transporte del 30%, por lo que las bombas de calor comienzan a ser rentables a partir de coeficientes de operación COP=3. No se utilizará en el Proyecto.

1.6.1.3. Calefacción por energía solar

En estas instalaciones se emplean equipos captadores de la energía procedente del Sol. Estos captadores permiten la cesión de esta energía a un fluido caloportador, aire, o más frecuentemente agua, que es distribuida hasta el subsistema de emisión de calor.

Una de las características de las energías dependientes del Sol es su variabilidad en el tiempo, lo que justifica la necesidad de un subsistema de acumulación. Otra de sus características es su baja densidad energética, lo que obliga a disponer de una segunda fuente energética para cubrir aquellos momentos en que no hay suficiente aportación solar.

En el presente Proyecto, se utiliza la energía solar como fuente de energía, tanto para calefacción como para agua caliente sanitaria con el fin de reducir el consumo anual de gasóleo.

1.6.1.4. Calefacción por combustión

La calefacción por combustión o convencional es aquella que utiliza como fuente de energía la combustión de un combustible sólido (carbón, leñas, biomasa), líquido (gasóleo, fuelóleo, GLP) o gaseoso (gas natural, GLP o biogás).

Los combustibles sólidos requieren carboneras y almacenes de cenizas y escorias. Los combustibles líquidos se alimentan siempre desde un depósito fijo. Los combustibles gaseosos pueden alimentarse desde un depósito fijo o a través de canalizaciones.

En el presente Proyecto, se utiliza como sistema auxiliar de energía la calefacción por combustión de gasóleo, pudiendo aprovechar de esta manera el depósito de 1.000 litros ya instalado.

1.6.1.5. Calefacción por fluidos térmicos

Por razones económicas y de protección ambiental, el uso de aceites térmicos está muy restringido y se emplea exclusivamente en instalaciones de gran potencia, en las que existe un nivel de mantenimiento que garantiza su uso seguro.

1.6.1.6. Calefacción por aire

La calefacción por aire en el campo del confort generalmente se basa en el calentamiento del aire al pasar este a través de una batería de agua caliente o de resistencias eléctricas. El aire caliente se transporta hasta los locales a calefactar mediante una adecuada red de conductos, siendo impulsado a través de rejillas o difusores, con lo que se produce su mezcla con el aire del local y se evita el enfriamiento.

En general, la calefacción por aire conlleva un bajo costo de instalación, una baja inercia térmica y aspectos estéticos como ventajas. Como grandes inconvenientes están la falta de uniformidad en la temperatura interior de los locales y el gran volumen ocupado por los conductos. Se descarta su uso en el Proyecto.

1.6.1.7. Calefacción por agua o vapor

Cuando se emplea agua como agente caloportador, esta debe incrementar su energía a su paso por el sistema de producción de calor. Este incremento puede tener lugar sin cambio de estado de agregación (calor sensible) o con él (calor sensible y calor latente). En el primer caso, el agua sale del subsistema como líquido subenfriado, mientras que en el segundo caso el agua sale del subsistema de producción de calor en forma de vapor de agua ligeramente sobrecalentado.

En el presente Proyecto se utiliza el agua como fluido caloportador, a baja temperatura (inferior a 50 °C) en el sistema de calefacción. Puesto que la diferencia media entre las temperaturas del agua que circula por el interior de los emisores y del aire de los locales es

muy baja, deberán emplearse emisores de calor con gran superficie de intercambio (suelo radiante) o gran coeficiente de transmisión térmica (fan-coils).

1.6.1.8. Calefacción con instalaciones monotubo

En este tipo de instalaciones existe un único anillo que va intercalando emisores en su recorrido. Es apropiado para instalaciones muy pequeñas.

1.6.1.9. Calefacción con instalaciones bitubo

En este tipo de instalaciones existen dos anillos, uno de impulsión y otro de retorno, en el que se intercalan los emisores de calor. Es apropiado para instalaciones grandes.

En este proyecto, la calefacción se ejecutará con este tipo de instalación.

1.6.1.10. Calefacción con retorno directo

En este tipo de instalación, las tuberías de impulsión y de retorno recorren longitudes similares y se producen grandes desigualdades térmicas conforme aumenta la distancia con la caldera.

1.6.1.11. Calefacción con retorno invertido

En este tipo de instalación, se compensan los recorridos del circuito de impulsión con los del de retorno, igualando las aportaciones caloríficas de cada emisor, independientemente de la distancia con la caldera.

Este tipo de instalación se ejecutará en el presente Proyecto, con el fin de evitar grandes gradientes térmicos en la superficie del suelo. El sistema de retorno invertido se denomina configuración en espiral en sistemas de suelo radiante.

1.6.1.12. Calefacción por radiadores

Los radiadores son emisores térmicos de acero, hierro o aluminio que emiten el calor procedente del fluido caloportador por radiación y convección. Su principal inconveniente es que el calor es fuertemente desaprovechado al fluir con mucha rapidez hacia la zona superior de los locales, dejando más fría la zona inferior.

Por este último motivo, y por la inconveniencia al utilizar agua a baja temperatura, estos emisores térmicos, instalados actualmente en el edificio, deben ser sustituidos.

1.6.1.13. Calefacción por convectores

Los convectores son emisores térmicos que ceden todo el calor por convección, canalizando el aire del local y forzándolo a pasar por un foco de calor. Con respecto a los radiadores, provoca una mejor sensación térmica a la altura del suelo, aunque la tendencia del calor es también la de fluir hacia espacios superiores.

1.6.1.14. Calefacción por fan-coils

El funcionamiento de los fan-coils consiste en hacer pasar el aire mediante un ventilador a través de un serpentín de agua caliente. En su funcionamiento en invierno es similar a los

convectores. Tiene como peculiaridad su posible uso en verano, mediante una batería de agua fría.

1.6.1.15. Calefacción por superficie radiante

El principio de las instalaciones de superficie radiante (suelo, paredes o techo) consiste en dotar de energía a la superficie mediante una red de tubos de polietileno reticulado, para que esta actúe como un único emisor térmico de grandes dimensiones. El agua en estas instalaciones circula a muy bajas temperaturas, por lo que este sistema se hace idóneo para instalaciones donde se utilice energía solar térmica.

Estas instalaciones son de máximo confort para el ser humano, al disponer de algo más de temperatura a la altura de los pies que a la altura de la cabeza, precisamente lo contrario de lo que ocurre con radiadores o convectores. El calor aportado es uniforme en todo el local. Asimismo, al ser una instalación de obra, con este tipo de instalación desaparecen los aparatos de calefacción de los locales a calefactar.

En el presente Proyecto se ha escogido una instalación por suelo radiante para dotar a los usuarios del máximo confort con el mínimo mantenimiento.

En la siguiente imagen se muestra la comparativa en cuanto al confort humano que nos ofrece el fabricante del sistema de suelo radiante escogido (Uponor).



Fig.1.1 - Calefacción ideal



Fig.1.2 - Suelo radiante Uponor



Fig.1.3 - Radiadores



Fig.1.4 - Convectores



Fig.1.5 - Calefacción por techo



Fig.1.6 - Calefacción por pared

1.6.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se adopta una instalación convencional de gasóleo, con apoyo de colectores solares planos con el fin de reducir el consumo anual de gasóleo, y por tanto la generación de CO₂ en un ambiente plenamente rural.

Se opta por un sistema de calefacción por suelo radiante, en circuitos independientes para cada local calefactado, con una configuración en espiral que permita el máximo confort humano en cada una de ellas. De esta forma, cada local dispone de su propio termostato y puede regularse a una temperatura diferente.

1.6.2.1. Descripción de la solución

En la solución adoptada se tiene un circuito primario que obtiene la energía solar por medio de 15 captadores solares planos ubicados en la cara Sur de la cubierta del edificio. Por estos captadores, colocados en paralelo, atraviesa el fluido caloportador (agua 70% aditivo anticongelante 30%), que se calienta en función de la radiación solar del momento. La energía obtenida del Sol se estima en un 31% de la demandada por el sistema de calefacción en un periodo anual.

Un intercambiador de placas separa el circuito primario del secundario, aumentando la temperatura del agua que retorna del colector de suelo radiante en 10 °C, lo suficiente para que esta pueda ser de nuevo impulsada hacia el sistema de calefacción.

En los momentos del día en los que el intercambiador no consiga aumentar la temperatura del suelo radiante en 10 °C entrará en funcionamiento la caldera auxiliar de gasóleo para realizar el calentamiento restante. Si, por el contrario, el calentamiento solar resultase excesivo, para prevenir posibles quemaduras, el sistema de impulsión del suelo radiante dispone de una válvula de tres vías para provocar un bypass y que cierta cantidad del agua de retorno se mezcle con la de impulsión sin pasar por el intercambiador.

El agua impulsada llega con las características necesarias a un colector de suelo radiante, ubicado en la despensa del edificio. Es desde allí desde donde se generan los siete circuitos de calefacción independientes para cada local calefactado. Cada circuito posee una electroválvula que es comandada desde el termostato instalado en el local y un detentor para equilibrar las pérdidas de carga en cada uno de los circuitos.

La información descriptiva y gráfica de la distribución de la instalación de suelo radiante se encuentra en el Planos N° 8 del Documento N° 3 del presente Proyecto.

1.6.3. CONDICIONES DE DISEÑO

El punto de partida en el diseño de una instalación de calefacción es fijar unas condiciones de diseño, tanto para el ambiente interior como para el ambiente exterior del edificio.

1.6.3.1. Condiciones interiores

El fin perseguido por las instalaciones de climatización es mantener unas condiciones ambientales determinadas en el interior de un recinto, cualesquiera que sean las condiciones que existan en el ambiente exterior. Las condiciones interiores de diseño dependerán del uso que se le dé al local.

Las distintas actividades que llevan a cabo los seres humanos requieren el consumo de una cierta cantidad de trabajo, asimilándose a una máquina térmica cuya fuente de energía son los alimentos, desprendiendo una cierta cantidad de energía en forma de calor. La norma UNE-EN ISO 8996 define un indicador del coste energético que conlleva el desarrollo de una actividad física, la tasa metabólica, que se expresa en met ($1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$). Para un hombre medio, 1 met supone una generación interna de calor de unos 110 W, mientras que para una mujer media supone una generación de unos 100 W.

En las siguientes tablas se muestra información de los distintos niveles de tasas metabólicas según el esfuerzo físico realizado.

Actividad	Tasa metabólica	
	W / m ²	met
Tumbado	46	0,8
Sentado, relajado	58	1,0
Actividad ligera, sentado (oficina, hogar, escuela, laboratorio)	70	1,2
Actividad ligera, de pie (compras, laboratorio, industria ligera)	93	1,6
Actividad media, de pie (vendedor, tareas domésticas, trabajo con máquinas)	116	2,0
Marcha en llano:		
2 km / h	110	1,9
3 km / h	140	2,4
4 km / h	165	2,8
5 km / h	200	3,4

Actividad	T. M. (met)
Sedentaria	Hasta 1,2
Ligera	De 1,2 a 1,6
Media	De 1,6 a 2,5
Elevada	De 2,5 a 3,8
Pesada	De 3,8 a 4,9
Muy pesada	De 4,9 a 8,3
Superpesada	De 8,3 a 10,0
Agotadora	Mayor de 10,0

Por otro lado, el uso de distintos tipos de ropa permite al ser humano modificar, dentro de un amplio margen, la resistencia ofrecida a los intercambios de calor con el ambiente que lo rodea. Para tipificar la influencia de la ropa, la norma UNE-EN ISO 9920 emplea el índice de vestimenta, que expresa en clo ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{C/W}$) el nivel de aislamiento térmico que determina el conjunto de prendas utilizadas.

Conjunto de prendas	I_{cl} (clo)
Desnudo	0,0
Ropa interior sin mangas. Zapatos ligeros. Camisa de hilo de manga corta. Pantalón ligero de algodón	0,5
Ropa interior sin mangas. Zapatos y calcetines normales. Camisa de manga larga. Traje ligero.	1,0
Ropa interior de manga larga. Zapatos gruesos y calcetines de lana. Camisa de manga larga. Traje de paño con chaleco.	1,3
Ropa interior de manga larga. Zapatos gruesos y calcetines de lana. Camisa de manga larga. Traje de paño con chaleco. Abrigo de lana. Guantes y sombrero.	2,0

En último lugar, se define el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) en la norma UNE-EN ISO 7730 como medio de valoración de los ambientes térmicos por parte de las personas. El índice PPD prevé el porcentaje de personas insatisfechas con el ambiente térmico, de entre una muestra numerosa. El resto experimentará una sensación térmica neutra, de ligero calor o de ligero frío.

La Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.2 del vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios establece que las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

En el caso concreto de calefacción, y para el presente Proyecto, se tomarán los valores recogidos en el apartado a) de la correspondiente Instrucción Técnica, que expresa que para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con un grado de vestimenta de 1 clo y un PPD entre el 10 % y el 15 %, la temperatura operativa del local deberá estar entre 21 °C y 23 °C y la humedad relativa entre el 40 % y el 50 %.

Para el presente Proyecto, se escogen las siguientes condiciones interiores de diseño:

- Temperatura interior: 22 °C
- Humedad relativa interior: 45 %

1.6.3.2. Condiciones exteriores

Para mantener constantes las condiciones de un local, se debe igualar en cada instante el flujo de calor que aportan los emisores con la pérdida neta de calor que experimente este hacia su entorno, por lo que el flujo de calor instantáneo que demanda el local resultará ser variable con el tiempo, de acuerdo con las condiciones que reinen en el exterior.

Con el único objeto de dimensionar los equipos que integran las instalaciones de calefacción, se supondrá que la temperatura del ambiente exterior permanece constante, que se corresponderá con la temperatura exterior más baja que se encontrará durante el tiempo de funcionamiento de la instalación.

La norma UNE 100014 recomienda tomar como condiciones exteriores para invierno las correspondientes al nivel percentil del 97,5, o lo que es lo mismo, una temperatura tal que solo durante el 2,5% de las horas del periodo considerado se dan temperaturas más bajas.

Para la obtención de los valores correspondientes al presente Proyecto, se ha utilizado la Guía Técnica “Condiciones climáticas exteriores de proyecto” editada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, que presenta datos estadísticos obtenidos en la ciudad de Segovia, capital de la provincia en la que está situado el edificio. Se decide minorar en 1°C todos estos datos para adecuarlos al desnivel entre la localidad de Arcones y la capital de provincia (127 m).

Se escogen las siguientes condiciones exteriores de diseño:

- Temperatura exterior: -4,4 °C
- Humedad relativa exterior: 85 %
- Velocidad media del viento: 2,38 m/s
- Dirección predominante del viento: NO
- Temperatura de locales no calefactados: 12 °C
- Temperatura media del terreno: 10,8 °C

1.6.4. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Según el Documento Básico HE 1 del Código Técnico de la Edificación, la demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática, y de la carga interna de sus espacios.

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- Transmitancia térmica de muros de fachada U_M .
- Transmitancia térmica de cubiertas U_C .
- Transmitancia térmica de suelos U_S .
- Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T .
- Transmitancia térmica de huecos U_H .
- Factor solar modificado de huecos F_H .
- Factor solar modificado de lucernarios F_L .
- Transmitancia térmica de medianerías U_{MD} .

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la siguiente tabla, en función de la zona climática en la que se ubique el edificio:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica
U en W/m² K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

1.6.4.1. Zona climática

El edificio objeto del presente proyecto se encuentra en la localidad de Arcones, provincia de Segovia, a una altitud de 1.140 metros sobre el nivel del mar. Le corresponde la zona climática D2.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en la siguiente tabla:

ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,31$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

1.6.4.2. Condensaciones

El Documento Básico HE 1 del Código Técnico de la Edificación establece que las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior.

Asimismo, establece que las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

1.6.4.3. Permeabilidad al aire

El Documento Básico HE 1 del Código Técnico establece que las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire. Esta, medida con una sobrepresión de 100 Pa, no superará los $27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ para edificios situados en la zona climática D2.

1.6.4.4. Tipos de cerramientos que componen el edificio

MUROS M1

Capa	e (m)
Piedra caliza de dureza media	0,135
Medio pie de ladrillo perforado	0,115
Enfoscado de mortero de cemento	0,015
Poliestireno expandido	0,050
Barrera de vapor	0,00016
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040
Enlucido de yeso	0,015

CUBIERTA C1

Capa	e (m)
Enfoscado de mortero de cemento	0,015
Capa de compresión de HA-25	0,040
Poliestireno expandido	0,100
Bovedilla cerámica de canto 16 cm y distancia de entrevigado 70 cm	-
Enlucido de yeso	0,015

VENTANAS H1

Capa	e (m)
Marco de madera de densidad media alta	-
Vidrio doble 4+15+4	-

PUERTA PRINCIPAL H2

Capa	e (m)
Madera maciza	0,055

PUERTA ACRISTALADA H3

Capa	e (m)
Marco metálico con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	-
Vidrio doble 4+15+4	-

PILARES PT1

Capa	e (m)
Piedra caliza de dureza media	0,135
Medio pie de ladrillo perforado	0,115
Poliestireno expandido	0,050
Pilar de HA-25	0,300
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040
Enlucido de yeso	0,015

CAJAS DE PERSIANA PT2

Capa	e (m)
Madera maciza	0,210
Fibra de vidrio	0,060
Madera maciza	0,210

1.6.4.5. Opción simplificada

Es de aplicabilidad la opción simplificada, al cumplirse simultáneamente las condiciones siguientes:

- El porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de la superficie.
- El porcentaje de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

El desarrollo de los cálculos según la opción simplificada se encuentra en el Documento nº 2 del presente Proyecto.

1.6.4.6. Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		<input type="text" value="D2"/>	Zona de baja c. i.	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Z	Muro M1	18,68	0,602	11,245	$\Sigma A =$	<input type="text" value="19,23"/>
	Caja Persiana P2	0,55	0,674	0,371	$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text" value="11,616"/>
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text" value="0,604"/>
E	Muro M1	19,56	0,602	11,775	$\Sigma A =$	<input type="text" value="21,26"/>
	Pilar P1	1,70	0,564	0,960	$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text" value="12,736"/>
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text" value="0,599"/>
O	Muro M1	8,61	0,602	5,183	$\Sigma A =$	<input type="text" value="10,69"/>
	Pilar P1	1,70	0,564	0,960	$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text" value="6,396"/>
	Caja Persiana P2	0,38	0,674	0,253	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text" value="0,598"/>
S	Muro M1	21,29	0,602	12,817	$\Sigma A =$	<input type="text" value="22,44"/>
	Caja Persiana P2	1,15	0,674	0,775	$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text" value="13,592"/>
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text" value="0,606"/>
SE					$\Sigma A =$	<input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text"/>
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text"/>
SO					$\Sigma A =$	<input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text"/>
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text"/>
C-TER					$\Sigma A =$	<input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text"/>
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text"/>
SUELOS (U_{Sm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Suelo S1		77,85	0,486	37,835	$\Sigma A =$	<input type="text" value="77,85"/>
					$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text" value="37,835"/>
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text" value="0,486"/>
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Cubierta C1		77,85	0,370	28,805	$\Sigma A =$	<input type="text" value="77,85"/>
					$\Sigma A \cdot U =$	<input type="text" value="28,805"/>
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	<input type="text" value="0,370"/>
Tipos		A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados	
					$\Sigma A =$	<input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot F =$	<input type="text"/>
					$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	<input type="text"/>

ZONA CLIMÁTICA		D2		Zona de baja c. i.		<input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga interna	
% de huecos		16					
HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados	
Z	Ventana H1 T. 1	5,04	2,561	12,907		$\Sigma A =$	7,44
	P. principal H2	2,00	2,315	4,630		$\Sigma A \cdot U =$	18,397
	Ventana H1 T. 3	0,40	2,150	0,860		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,473
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
W							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
O	Ventana H1 T. 2	1,68	2,533		4,255		$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
S	Ventana H1 T. 1	2,52	2,561		6,454		$\Sigma A =$
	Ventana H1 T. 4	0,06	1,533		0,092		$\Sigma A \cdot U =$
	P. acristalada H3	2,00	2,923		5,846		$\Sigma A \cdot F =$
	Ventana H1 T. 5	0,80	2,45		1,960		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
	Ventana H1 T. 2	1,68	2,533		4,255		$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
ES							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
OS							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D2	Zona de baja c. i.	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxproy}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0.602	≤ 0.86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0.486	≤ 0.64
Cubiertas	0.370	≤ 0.49
Vidrios de huecos y lucernarios	2.200	≤ 3.5
Marcos de huecos y lucernarios	2.700	
Medianerías		≤ 1

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		≤ 1.2 W/m ² K
--	--	--------------------------

MUROS DE FACHADA		HUECOS Y LUCERNARIOS			
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	
N	0.604	≤ 0.66	2.473	≤ 2.5	0.000
E	0.599		0.000	≤ 3.5	
O	0.598		2.533		
S	0.606		2.636	≤ 3.5	
SE	0.000		0.000	≤ 3.5	
SO	0.000		0.000		

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	F_{Lm}	F_{Llim}
0.000	≤ 0.66	0.486	≤ 0.49	0.370	≤ 0.38	0.000	≤ 0.31

(1) $U_{maxproy}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{maxproy}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones

CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS									
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
Cubierta C1	f_{Rsi}	0,911	$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}	0,61	P_n						
Muro M1	f_{Rsi}	0,85	$P_{sat,n}$	851	975	987	2217	224	2369
	f_{Rmin}	0,61	P_n	647	659	661	671	1805	1809
Suelo S1	f_{Rsi}	0,579	$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}	0,61	P_n						
Pilar P1	f_{Rsi}	0,859	$P_{sat,n}$	845	960	2061	2248	2386	2427
	f_{Rmin}	0,61	P_n	797	841	880	1802	1817	1820
C. Persiana P2	f_{Rsi}	0,832	$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}	0,61	P_n						
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}		P_n						
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}		P_n						
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}		P_n						

1.6.5. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, es preciso suministrar al mismo, en cada instante, una potencia calorífica que equilibre el balance entre las pérdidas de calor que experimenta el local, debidas a la transmisión a través de sus cerramientos y a las entradas de aire exterior por ventilación e infiltraciones, y las ganancias de calor debidas a aportaciones interna.

En definitiva, para estimar la carga térmica de un local es preciso tener en cuenta:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por entradas de aire exterior.
- Ganancias internas (iluminación, ocupación...)

1.6.5.1. Pérdidas por transmisión

Las pérdidas de calor por transmisión representan el principal factor en la determinación de la carga térmica del local. Se producen cuando existe una diferencia de temperaturas entre dos locales, o entre un local y el ambiente exterior, separados por un mismo cerramiento.

Para la estimación de la carga térmica, tanto las condiciones interiores como las condiciones exteriores de diseño permanecen constantes e invariables en el tiempo. Por tanto, el flujo de calor transmitido a través de los cerramientos también es constante. Este flujo se corresponde con las pérdidas estacionarias del cerramiento.

$$\dot{Q}_{TO} = \sum A U (T_i - T_e)$$

siendo A (m²) el área del cerramiento, U (W/m² K) su coeficiente de transmisión térmica, T_i (°C) la temperatura del ambiente interior y T_e (°C) la temperatura del ambiente exterior.

En determinadas circunstancias, consideraciones de ahorro energético indican la conveniencia de interrumpir el servicio de calefacción durante una parte del día. Se considera necesario tener en cuenta este aumento en la demanda de energía.

Por otro lado, la presencia de zonas frías en los cerramientos, por ejemplo en las superficies acristaladas, puede obligar a calentar el ambiente hasta un valor relativamente alto.

Ambos efectos se engloban en el suplemento por interrupción de servicio Z_{IS}.

También resulta preciso considerar la diferente exposición del local a la radiación solar y al efecto de los vientos. A este efecto, la orientación de un local viene dada por:

- La situación de la pared exterior en habitaciones con una sola pared exterior.
- La situación del ángulo en habitaciones con dos paredes exteriores.
- La situación de máximo suplemento en habitaciones con más paredes exteriores.

Este efecto se caracteriza por el suplemento por orientación Z_O .

La carga térmica de transmisión de cada local viene dada por:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_{TO} (1 + Z_{IS} + Z_O)$$

En el Documento nº 2 se realizan los cálculos de las pérdidas por transmisión del edificio, considerando una interrupción del servicio no superior a 11 horas diarias (Clase B), del lado de la seguridad, aunque se recomienda únicamente la reducción de la marcha durante la noche ante el clima tan severo en la localidad.

1.6.5.2. Pérdidas por entradas de aire exterior

Las pérdidas por entradas de aire exterior responden a la carga térmica que supone el calentamiento del aire frío que se introduce en el local, bien debido a infiltraciones o a renovaciones del aire interior.

$$\dot{Q}_A = \dot{V}_A \rho_a c_{pa} (T_i - T_e)$$

siendo V_A (l/s) el caudal de aire exterior, ρ_a (kg/m³) la densidad del aire, c_{pa} (J/kg K) el calor específico a presión constante del aire y T_i y T_e las temperaturas interior y exterior.

El valor de las infiltraciones resulta muy inferior a los valores de renovación incluidos en la exigencia básica HS 3 “Calidad del aire interior” del Código Técnico de la Edificación, por lo que se toman los caudales de aire exterior en función de estos últimos.

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2 ⁽¹⁾	50 por local ⁽²⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

⁽²⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

1.6.5.3. Ganancias de calor

En gran parte de los locales a calefactar, durante el periodo de tiempo en que son exigibles unas condiciones interiores confortables, existen simultáneamente aportaciones gratuitas de calor. En el caso de una vivienda unifamiliar, generalmente las ganancias de calor pueden considerarse despreciables a efectos de dimensionamiento. Con el fin de no sobredimensionar innecesariamente la instalación –aunque sea ligeramente– en el presente Proyecto se calculan las ganancias de calor por iluminación y por la presencia de ocupantes.

Los niveles de iluminación usuales en viviendas oscilan entre 2 y 5 W/m². En nuestro edificio se escoge el valor de 2 W/m².

Las ganancias de calor por ocupación varían en función del tipo de ocupación (varón adulto, mujer adulta o niño) y del nivel de actividad (reposo, moderada, fuerte o trabajo pesado). En nuestro edificio, se considera un nivel de actividad de reposo para dos varones adultos (114 W/ocupante) y dos mujeres adultas (97 W/ocupante).

1.6.5.4. Demanda calorífica total

Se reúnen en la siguiente tabla las pérdidas por transmisión y por entrada de aire exterior en cada local, además de las ganancias de calor obtenidas en el conjunto del edificio.

Local	Q _T (W)	Q _A (W)	Q' (W)
Salón	1469,62	389,66	1859,28
Pasillo	274,60	194,83	469,43
Habitación 1	741,31	324,72	1066,03
Habitación 2	571,94	324,72	896,66
Baño	185,67	487,08	672,75
Cocina	308,87	477,34	786,21
Despensa	73,78	65,65	139,43
			Q' (W)
			5889,78
			Q _I (W)
			-572,56
			Q (W)
			5317,22

1.6.6. SUELO RADIANTE

El sistema de calefacción escogido es el suelo radiante, en el que la superficie de todo el suelo actúa como un único y gran emisor térmico.

El sistema consiste en el calentamiento de agua a una temperatura de 32,4 °C y en la posterior distribución de la misma mediante tubos de polietileno reticulado a los diferentes locales a calefactar. De la distribución a cada uno de los locales se encarga un colector de suelo radiante instalado en la despensa.

La instalación de este colector de suelo radiante permite separar todos y cada uno de los circuitos que calentarán los diferentes locales. En el presente Proyecto se instalarán siete circuitos independientes que calentarán los siete locales de la planta baja del edificio. Los colectores solares disponen de cabezales electromagnéticos en la salida de cada circuito, de manera que pueden recibir señales externas que abran o cierren el paso al agua de calefacción. La instalación del colector supone las siguientes ventajas:

- Es posible calefactar únicamente algunos locales del edificio.
- Es posible calefactar cada local a una temperatura diferente y regulable.

Cada circuito se diseña en espiral, de modo que no existan grandes gradientes térmicos en la superficie del suelo. El agua regresa al captador de suelo radiante a una temperatura de 22,4 °C. El sistema de generación de calor la volverá a calentar hasta la temperatura de impulsión para repetir el ciclo.

1.6.6.1. Temperatura media superficial

Para evitar problemas fisiológicos, la norma UNE-EN 1264 establece valores límites de temperatura máxima superficial del suelo, siendo 29 °C para las zonas de permanencia, 35°C para las zonas de no permanencia y 33°C para los espacios húmedos.

La temperatura media superficial del pavimento se calcula mediante la expresión:

$$T_s = T_i + \frac{\dot{Q}}{A \alpha}$$

siendo T_i (°C) la temperatura interior de diseño del local, Q (W) la carga térmica del local, A (m²) el área a calefactar y α (W/m² K) el coeficiente de transmisión de calor del suelo radiante (12 W/m² K).

1.6.6.2. Caudal de agua

Al mantener fijo el salto térmico entre la impulsión y el retorno de agua en los circuitos, se hace necesario variar el caudal de agua en cada circuito en función de la carga térmica de cada local.

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción viene definido por:

$$V_A = \frac{Q}{c_p \rho (T_{imp} - T_{ret})}$$

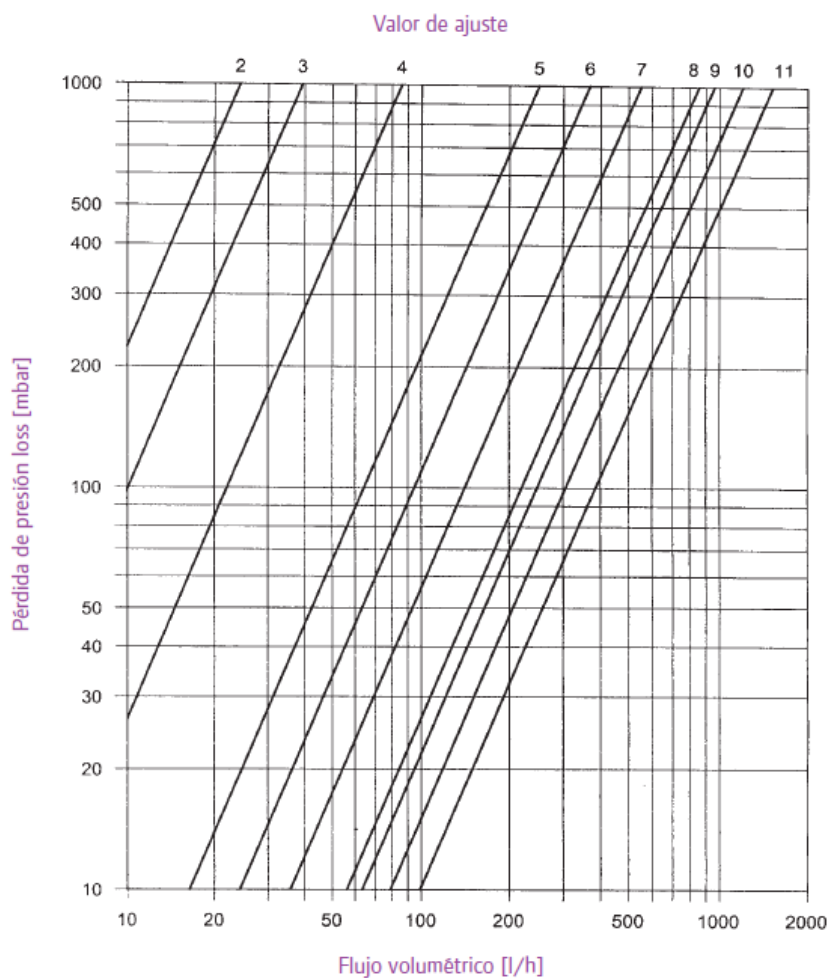
siendo Q (W) la carga térmica, c_p el calor específico del agua (4.182 J/kg K), ρ la densidad del agua a la temperatura media de trabajo 27,4 °C (996,4 kg/m³) y T_{imp} (°C) y T_{ret} (°C) las temperaturas de impulsión y de retorno del circuito.

Circuito	Q (W)	V _a (dm ³ /s) (l/s)
Salón	1944,02	0,0467
Pasillo	542,32	0,0130
Habitación 1	1204,27	0,0289
Habitación 2	1146,55	0,0275
Baño	1029,76	0,0247
Cocina	807,60	0,0194
Despensa	139,43	0,0033
	V_a (l/s)	0,1635

1.6.6.3. Compensación de los circuitos

Los colectores llevan incorporado un detentor por cada circuito de suelo radiante, con el único fin de realizar el equilibrado hidráulico de la instalación durante su puesta en marcha.

Los colectores disponen de un selector con 13 posiciones diferentes para ajustar las pérdidas de carga de los circuitos. El fabricante proporciona una gráfica para determinar el ajuste correcto:



Circuito	Valor de ajuste del detentor
Salón	6
Pasillo	8
Habitación 1	7
Habitación 2	7
Baño	8
Cocina	8
Despensa	5

1.6.6.4. Elección de aparatos

En el Documento nº 2 se detalla el proceso de selección de la bomba de impulsión del circuito de suelo radiante, de la bomba de impulsión de calefacción de la caldera, del vaso de expansión necesario y del intercambiador de placas.

- Se escoge una bomba Grundfos ALPHA 2 25-40N 180 para el circuito de suelo radiante, cuya capacidad de 34,6 kPa (3,46 mca) para el caudal necesario, por lo que se requiere una válvula extra en el retorno que origine una pérdida de carga de 3,839 kPa.
- Se escoge el grupo de impulsión desde la caldera MPG10 de Uponor, que incluye una bomba Grundfos Alpha 2L 15-60 130.
- Se escoge un vaso de expansión Ibaiondo 2-SMF de 2 litros.
- Se escoge el intercambiador Comeval S1-9TLA, que proporciona 26.680 W.

1.6.6.5. Instalación de la solera radiante

Para proceder a la instalación de suelo radiante en el edificio es necesario realizar en primer lugar el levantamiento de la solera actual. Una vez efectuadas las tareas de picado, desescombrado y limpieza de la misma, se procederá a la instalación del suelo radiante, para finalmente realizar la colocación final del gres y del rodapié.

La instalación de la solera radiante sobre el forjado consta de:

- Film de polietileno antihumedad.
- Zócalo perimetral de espuma de polietileno adhesiva para absorber las dilataciones del mortero de cemento y los puentes térmicos.
- Panel portatubos de tetones de poliestireno expandido para colocación de tubos.
- Tubo Uponor evalPEX 16x1,8.
- Aplicación de mortero de cemento con aditivo que evita la inclusión de aire.
- Colocación de gres y rodapié.

1.7. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

El objetivo principal de un sistema de preparación de agua caliente sanitaria es que, en cada uno de los puntos de consumo, se disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

1.7.1. TIPOS DE INSTALACIÓN

Las instalaciones de agua caliente sanitaria pueden clasificarse con arreglo a diversos criterios, siendo los más usuales:

- Por el número de unidades de consumo atendidas: unitarias, individuales y colectivas.
- Atendiendo al sistema empleado en la preparación: instantáneas y de acumulación.
- En función del fluido caloportador: por fluidos térmicos, por aire, por agua y por vapor.

- En función del origen de la energía empleada: eléctrica, por bomba de calor, por energía solar, por combustión, por aprovechamiento de energías residuales...

A continuación se detallan los tipos de instalaciones de posible realización en el presente Proyecto (instalación individual de agua caliente sanitaria). Dado que se utilizará el mismo sistema de calentamiento del agua (caldera de gasóleo y aporte solar térmico), no se comentarán las diferencias entre los tipos de instalación en función de la energía empleada.

1.7.1.1. Preparación de ACS instantánea

En la preparación instantánea de agua caliente sanitaria se prepara solamente el caudal demandando en cada instante. La potencia térmica precisa queda determinada por el máximo caudal que debe suministrarse.

1.7.1.2. Preparación de ACS con acumulación

En la preparación de agua caliente sanitaria con acumulación, las puntas de consumo se atienden con una reserva acumulada con anterioridad y la potencia térmica precisa se reduce de forma sustancial.

En el presente Proyecto, esta es la opción elegida, con el fin de aprovechar al máximo la energía que el Sol entrega a lo largo del día, y que puede coincidir o no con los momentos de demanda de agua caliente sanitaria.

1.7.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se utilizará la misma instalación convencional de gasóleo presente en el sistema de calefacción, con apoyo de un colector solar plano y de un interacumulador.

Se mantendrán todas las canalizaciones de agua caliente sanitaria existentes desde la antigua caldera hasta los puntos de consumo.

1.7.2.1. Descripción de la solución

En la solución adoptada se tiene un circuito primario que obtiene la energía solar por medio de 1 captador solar plano ubicados en la cara Sur de la cubierta del edificio. Por este captador atraviesa el fluido caloportador (agua 70% aditivo anticongelante 30%), que se calienta en función de la radiación solar del momento. La energía obtenida del Sol se estima en un 58% de la demandada por el sistema de agua caliente sanitaria en un periodo anual, cumpliendo con la contribución solar mínima que establece la exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación (50%).

Un interacumulador de 150 litros de capacidad separa el circuito primario del secundario. En él, el agua se irá calentando conforme a la acción de la energía solar hasta una temperatura óptima de acumulación de 60 °C.

En el momento en el que se demande agua caliente, esta atravesará la caldera mixta de gasóleo, en la cual si fuera preciso se calentará hasta obtener la temperatura de suministro adecuada. Si la temperatura fuese excesiva, para prevenir posibles quemaduras, en la

impulsión de la caldera se sitúa una válvula de tres vías que permite la entrada de agua fría sanitaria al sistema.

La caldera debe ser capaz, por sí misma, de dar suministro a toda la instalación de agua caliente sanitaria sin la presencia de radiación solar.

1.7.3. CONDICIONES DE DISEÑO

1.7.3.1. Consumo diario de agua

El consumo diario de agua caliente depende de multitud de factores. La exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación establece una demanda de referencia a 60 °C de 30 litros por persona y día en viviendas unifamiliares.

Este mismo documento indica un mínimo de 3 personas para viviendas con 2 dormitorios. En el presente estudio se dimensionará para 4 personas, por lo que la demanda de agua caliente sanitaria será:

$$\dot{V} = 120 \frac{l}{día} = 0,12 \frac{m^3}{día}$$

1.7.3.2. Zona climática

El edificio objeto del presente proyecto se encuentra en la localidad de Arcones, provincia de Segovia. Se toma la misma zona climática que le corresponde a Segovia (III).

1.7.3.3. Contribución solar mínima

La exigencia básica HE 4 determina, para una demanda de 120 l/día en una zona climática III, suponiendo la fuente energética de apoyo el gasóleo, una contribución solar mínima anual del 50%.

1.7.3.4. Temperatura de suministro del agua

La temperatura del agua en la entrada del sistema de preparación de agua caliente sanitaria es muy variable, dependiendo de las condiciones climáticas de la localidad, la estación del año y sobre todo del trazado de la red de suministro. Se obtienen los datos para la provincia de Segovia de las tablas de datos de Censolar, resultando una temperatura media mensual de suministro de entre 4 °C (enero) y 12 °C (julio).

1.7.3.5. Temperatura de preparación del agua

El agua caliente sanitaria debe prepararse a la temperatura mínima compatible con el uso. En general, la temperatura del agua a la red de distribución suele estar comprendida entre 42 °C y 50 °C. No obstante, cuando se emplea un sistema de acumulación es posible realizar la misma a una temperatura superior a 58 °C, siempre con acumuladores individuales debidamente protegidos.

En el presente proyecto se escoge una temperatura de acumulación de 60 °C.

1.7.3.6. Prevención de Legionela

Los sistemas de preparación de agua caliente sanitaria con acumulación tienen un alto riesgo potencial de ser infectados por las bacterias del genero Legionela. Estas bacterias suelen acceder al sistema desde el propio suministro de aguas naturales previamente infectadas por la bacteria. Para que se pueda producir la infección en el hombre, es necesario que el microorganismo se multiplique en el agua hasta alcanzar una concentración elevada.

El informe UNE 100030 IN indica que para que se produzca la proliferación de la bacteria en el agua, esta debe estar en el rango de 20 °C a 45 °C, siendo óptima a la temperatura de 37 °C. A temperaturas muy bajas queda en letargo y vuelve a multiplicarse en condiciones favorables.

A temperaturas mayores de 70 °C la bacteria muere de forma casi instantánea, pero si no se alcanza esta temperatura en el agua de todos los puntos del sistema, los microorganismos que hayan logrado sobrevivir pueden volver a multiplicarse.

Se siguen las pautas del citado informe para el tratamiento y la prevención de la proliferación de las bacterias del género Legionella:

- La temperatura de distribución no debe ser nunca menor que 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de recirculación a la entrada de los depósitos acumuladores.
- El sistema de calentamiento debe ser capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70 °C o más para su desinfección.
- Los depósitos deben estar fuertemente aislados para evitar el descenso de la temperatura hacia el intervalo de máxima proliferación.
- Los depósitos deben estar dotados de una boca de registro para la limpieza interior y de una conexión para el acoplamiento de una válvula de vaciado.
- En sistemas interacumuladores, de pequeño volumen de almacenamiento, el intercambiador puede estar situado en el interior del depósito siempre que el fabricante garantice el acceso a todas las partes interiores y emplee materiales que impidan la adherencia de la suciedad y de las formaciones calcáreas.
- Cuando se empleen sistemas de preparación con fuentes de energía de baja temperatura, la acumulación de la energía se hará aguas arriba del sistema de apoyo, de manera que el agua alcance la temperatura mínima indicada.

1.7.4. ELECCIÓN DE APARATOS

En el Documento nº 2 se detalla el proceso de selección de la bomba de impulsión del agua caliente sanitaria, del vaso de expansión necesario y del interacumulador.

- Se escoge una bomba Grundfos Alpha 2L 15-60 130 para la impulsión de agua caliente sanitaria.
- Se escoge un vaso de expansión Ibaiondo 5-CMR de 5 litros.
- Se escoge un interacumulador Vitocell 100 CUG, de 150 litros de capacidad.

1.8. INSTALACIÓN SOLAR

El Sol es una fuente inagotable de energía. De hecho, toda energía proviene en mayor o menor medida de la radiación solar que llega hasta la Tierra.

La radiación solar supone una fuente de energía limpia, abundante y disponible en la práctica totalidad del planeta, con la peculiaridad de que su energía se genera en el mismo lugar de consumo. Su utilización puede convertirse en la solución de muchos de los problemas medioambientales que la humanidad ha ido creando con el paso del tiempo, al tiempo que se convierte en una fuente de energía esencial en aquellos lugares donde no es posible la utilización de ninguna fuente convencional.

La captación térmica de la energía solar es el proceso de conversión de la energía procedente del Sol en calor. Los captadores son los cuerpos negros capaces de absorber la energía radiante que sobre él incide, y a su vez capaces de transmitirla al fluido caloportador que por él circula.

Los principales problemas del aprovechamiento de la energía solar son:

- La dispersión de la energía solar sobre la superficie de la Tierra.
- El carácter incontrolable y variable de la intensidad de radiación solar.

Por ello, el aprovechamiento solar no puede resultar la única instalación de generador de calor en un edificio, debiendo ser apoyado por otras fuentes de energía.

La información descriptiva y gráfica de la instalación solar se encuentra en el Plano N° 9 del Documento N° 3 del presente Proyecto.

1.8.1. TIPOS DE INSTALACIÓN

Las instalaciones solares térmicas pueden clasificarse con arreglo a diversos criterios, siendo los más usuales:

- Por la circulación del fluido: circulación natural y circulación forzada.
- Por el sistema de transferencia de calor: transferencia directa sin intercambiador y transferencia indirecta con intercambiador.
- Por el sistema de energía auxiliar: acumulador, acumulador secundario individual, acumulador secundario centralizado, línea centralizado y línea distribuido.
- Por el sistema de expansión: abierto y cerrado.
- Por su aplicación: para agua caliente sanitaria, para calefacción, para climatización de piscinas, para usos industriales o en sistemas de refrigeración.
- Por el circuito: directo o indirecto.

En el presente Proyecto, se tiene una instalación solar térmica para calefacción y otra para agua caliente sanitaria.

La instalación de calefacción será de circulación forzada mediante bomba de impulsión, con intercambiador de placas, sin acumulación, con sistema de expansión cerrado y

circuito indirecto (primario de fluido caloportador con aditivo solar y secundario con agua para calefacción).

La instalación de agua caliente sanitaria será de circulación forzada mediante bomba de impulsión, con un interacumulador, con sistema de expansión cerrado y circuito indirecto (primario de fluido caloportador con aditivo solar y secundario con agua caliente sanitaria).

1.8.2. EL CAPTADOR SOLAR

Los captadores son la parte más característica de los sistemas de captación solar para uso térmico. Los hay de muy diferentes tipos, aunque en instalaciones como la proyectada el más habitual es el colector de placa plana. Este tipo de colector es básicamente una superficie metálica negra que ubicada convenientemente es capaz de captar la máxima radiación solar, transmitiendo el calor absorbido al fluido caloportador que por ella circula. El calor es entonces transportado por el fluido hasta el sistema de almacenamiento o acumulador.

Atendiendo a su configuración, pueden clasificarse en:

- Captadores formados por dos chapas conformadas y soldadas entre sí.
- Captadores constituidos por una parrilla de tubos unidos a una chapa o conjunto de aletas.
- Captadores formados por una chapa y un serpentín unido a la misma.

El captador absorbe tanto la radiación directa como la difusa, pudiendo funcionar incluso en días nublados. La cubierta transparente deja pasar la longitud de onda comprendida entre 0,3 y 3 μm , que calienta la superficie negra del captador. Esta, al calentarse, emite una radiación en el espectro del infrarrojo térmico (4-7 μm). Al llegar a la cubierta, una parte es reflejada nuevamente al interior (el vidrio es opaco a estas longitudes de onda) y la otra es absorbida por el vidrio. El vidrio, al calentarse, radia el calor por sus dos caras llegando otra vez parte de este calor a la placa absorbente, en el efecto conocido como efecto invernadero.

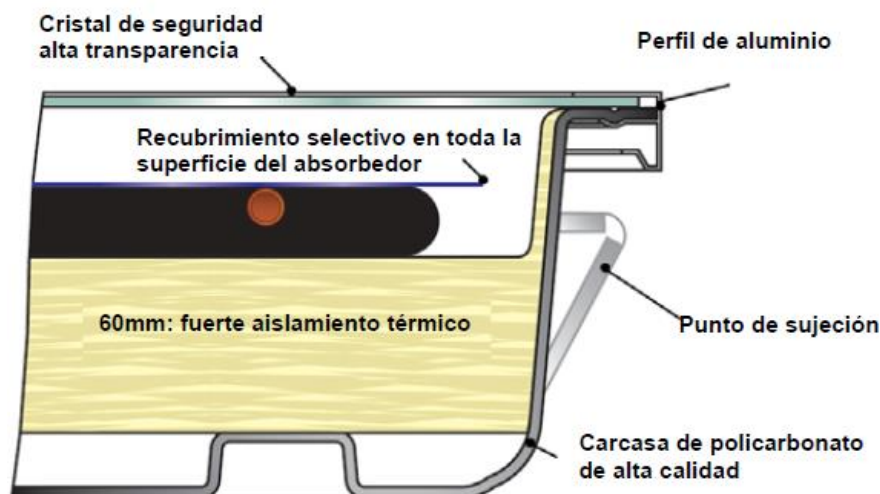
El sistema de captación puede mejorarse añadiendo nuevas capas de vidrio, dejando entre ellas unas cámaras de aire, a costa de incrementar el peso y el precio del captador.

Otra manera de aumentar la eficacia de los colectores es aplicando recubrimientos selectivos en la placa captadora, en lugar de pintura negra. De esta forma se consigue un poder de absorción elevado para la radiación solar y a la vez, disminuir la emisión de radiación infrarroja.

1.8.2.1. Solución adoptada

Para el presente Proyecto, tanto en calefacción como en agua caliente sanitaria, se ha optado por la instalación de captadores solares planos Roth Heliostar 218 S4 Steck, con las siguientes características:

- Dimensiones: 1.820 x 1.200 x 109 mm.
- Superficie bruta: 2,18 m².
- Superficie absorbedora: 1,95 m².
- Peso: 35 kg.
- Rendimiento: 77,10 %
- Carcasa: Policarbonato de alta calidad. Panel aislante posterior de 50 mm.
- Cubierta: Vidrio solar de seguridad de alta transparencia (91,6 %).
- Absorbedor: Aluminio con tratamiento altamente selectivo al vacío. Mirotherm.
- Absorción: 95 %.
- Emisión: 5 %.
- Capacidad: 1,1 litros.
- Fluido caloportante: Aditivo para captador solar plano (30%) en agua.
- Presión máxima de trabajo: 10 bar.
- Temperatura de estancamiento: 208 °C.
- Alojamiento de la sonda térmica: Interno.
- Conexiones: 4, conexión rápida Roth.



La estructura de anclaje de las placas a la cubierta será la suministrada por el propio fabricante.

1.8.2.2. Orientación de los colectores

Los colectores se instalarán en la cara Sur de la cubierta a dos aguas del edificio, sin dotarles de ninguna inclinación adicional a la que ya dispone la propia cubierta (15°) con el fin de no modificar la estética del edificio.

La exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación establece (para el agua caliente sanitaria) que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que serán inferiores, en su aspecto más restrictivo, a:

- Orientación e inclinación: 10%
- Sombras: 10%
- Total: 15%

La instalación carece de sombras, por lo que es suficiente el cumplimiento del límite de pérdidas por orientación e inclinación.

Para obtener un porcentaje de energía de entre el 90% y el 100% en una orientación Sur de los captadores, la inclinación podría variar entre 7° y 60°.

La elección de no modificar la estética del edificio cumple con la normativa vigente.

1.8.2.3. Colocación de los colectores

En el caso de la instalación de calefacción, los colectores se colocarán en dos filas, de 8 captadores en la zona más baja de la cubierta y de 7 en la zona más alta. Para salvar la chimenea de humos de la cocina, el colector central de la segunda fila quedará en vuelo sobre la cubierta Norte. Los captadores se conectarán en paralelo, de modo que la entrada del fluido caloportador se realice en la fila de altura inferior y el retorno se realice por la fila de altura superior. La conexión se llevará a cabo mediante conexiones Steck de 1/2" facilitados por el fabricante.

En el caso de la instalación de agua caliente sanitaria, el colector se colocará en la fila superior, junto a los 7 captadores de calefacción, y en la cara más cercana al cuarto de calderas (cara Oeste).

1.8.2.4. Fluido caloportante

Se utilizará como fluido caloportante una mezcla al 70% de agua y al 30% aditivo caloportante azul facilitado por el fabricante que protege al circuito solar con contra la corrosión y contra las heladas. Con estas proporciones se podrá garantizar una protección anticongelante a una temperatura exterior de -13 °C.

1.8.2.5. Red de distribución

El circuito primario partirá de la sala de calderas anexa al edificio y atravesará enterrado el patio del solar hasta llegar a la fachada del edificio, por la cual ascenderá hasta la cubierta para conectarse finalmente a los colectores solares.

La instalación se llevará a cabo mediante tubo de cobre de 22/20 mm, correctamente aislada para disminuir al máximo las pérdidas energéticas en la distribución.

1.8.3. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR

El método empleado para el dimensionamiento de las dos instalaciones solares presentes en el edificio (calefacción y agua caliente sanitaria) es el método F-chart o de las curvas “F”, avalado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía en su pliego de condiciones técnicas.

Este método consiste en el cálculo de diferentes valores adimensionales medios mensuales, el último de los cuales, el factor “F”, indica la contribución que el sistema solar térmico es capaz de realizar sobre el total de la demanda energética.

Para el estudio se precisan los siguientes datos:

- Consumo diario de agua en el sistema de agua caliente sanitaria (120 l) o caudal de agua calentar en el caso del sistema de calefacción (14125,41 l).
- Temperatura media mensual de acumulación.
- Temperatura media mensual del agua de red.
- Nivel de ocupación de la vivienda (se considera el 100%).
- Factor de eficiencia óptica del captador solar (0,771).
- Área útil de captación (1,95 m²).

La secuencia completa de los cálculos se puede contemplar en el Documento nº 2.

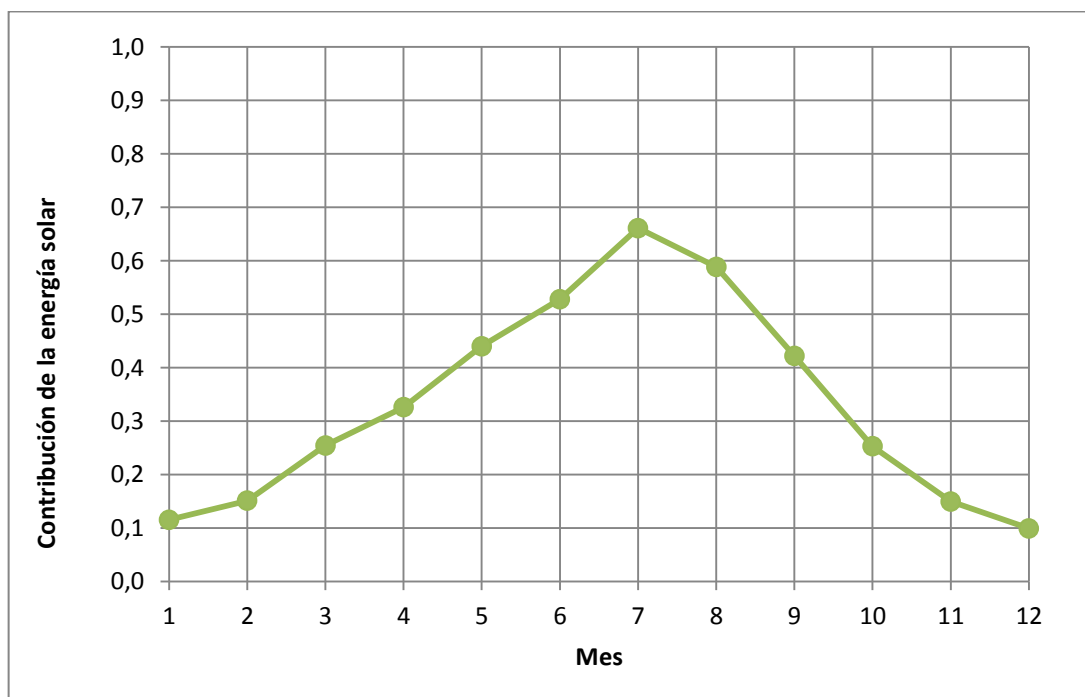
1.8.3.1. Resultados de calefacción

Se utilizan 15 captadores solares planos, que aportan anualmente el 31,1 % de la demanda energética.

En la siguientes tabla y gráfica se puede contemplar el factor “f” para cada uno de los meses del año. En los meses de mayor demanda energética (octubre-abril) se obtienen valores de f entre 0,116 (enero) y 0,326 (abril). Es decir, entre el 11,6% y el 32,6% de la energía necesaria para calefactar la vivienda proviene de energía solar térmica.

Mes	f	Energía solar utilizada f·DE (MJ)
Enero	0,116	3883
Febrero	0,151	4804
Marzo	0,254	7147
Abril	0,326	7973
Mayo	0,440	9956
Junio	0,528	10984

Julio	0,661	12547
Agosto	0,589	12245
Septiembre	0,422	9555
Octubre	0,253	6185
Noviembre	0,150	4209
Diciembre	0,099	3334
Anual	0,311	96217



1.8.3.2. Resultados de agua caliente sanitaria

Se utiliza 1 captador solar plano, que aporta anualmente el 58,2% de la demanda energética, por encima del 50% de contribución solar mínima establecida en la exigencia básica HE 4.

En la siguientes tabla y gráfica se puede contemplar el factor “f” para cada uno de los meses del año. Se obtienen valores de f entre 0,225 (diciembre) y 0,932 (julio). Es decir, entre el 22,5% y el 93,2% de la energía necesaria para calentar mensualmente el Agua Caliente Sanitaria lo proporciona la energía solar.

Mes	f	Energía solar utilizada f·DE (MJ)
Enero	0,264	226
Febrero	0,352	267
Marzo	0,508	411
Abril	0,598	451
Mayo	0,729	558
Junio	0,826	599
Julio	0,932	685
Agosto	0,887	665
Septiembre	0,712	527
Octubre	0,459	358
Noviembre	0,311	244
Diciembre	0,225	193
Anual	0,582	5184

Si se realiza un análisis de los resultados separándolos por las estaciones según el método meteorológico¹ del hemisferio Norte, se obtienen los siguientes resultados:

Estación	f	Energía solar utilizada f·DE (MJ)
Invierno	0,279	686
Primavera	0,614	1420
Verano	0,883	1949
Otoño	0,501	1129

Se puede observar como en tres de las cuatro estaciones del año el aporte solar supera el 50 % de la demanda, mientras que en los meses de invierno se alcanza la nada despreciable cifra del 27,9 % pese a la escasa radiación recibida.

1.8.4. VERIFICACIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES

La potencia mínima P (W) del intercambiador, según la exigencia básica HE 4 debe cumplir la relación:

$$P = 500 A$$

siendo A (m²) el área de captación solar.

1.8.4.1. Sistema de calefacción

El área de captación es 29,25 m², lo que da una potencia mínima de 14.625 W.

El intercambiador Comeval S1-9TLA escogido proporciona 26.680 W, por lo que cumple la normativa vigente.

1.8.4.2. Sistema de agua caliente sanitaria

El área de captación es 1,95 m², lo que da una potencia mínima de 975 W.

El interacumulador Vitocell 100 CUG escogido proporciona 16.000 W, por lo que cumple la normativa vigente.

¹ El método meteorológico dispone las estaciones por trimestres. Así, el invierno es el trimestre con menor temperatura (Diciembre-Enero-Febrero), la primavera es el trimestre con ascenso de temperatura (Marzo-Abril-Mayo), el verano es el trimestre con mayor temperatura (Junio-Julio-Agosto) y el otoño es el trimestre con descenso de temperatura (Septiembre-October-Noviembre).

1.8.5. ELECCIÓN DE APARATOS

En el Documento nº 2 se detalla el proceso de selección de las bombas de impulsión y de los vasos de expansión necesarios en los circuitos primarios solares.

- Se escogen dos bombas Grundfos Alpha2 15-40 130.
- Se escogen dos vasos de expansión Ibaiondo 2-SMF de 2 litros.

1.8.6. VERIFICACIÓN DEL DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN

La exigencia básica HE 4 establece que debe verificarse la relación:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Siendo V (l) el volumen del depósito de acumulación solar (150 l) y A (m²) el área total de captación (1,95 m²). La relación se cumple, al ser:

$$\frac{V}{A} = 76,923 \text{ l/m}^2$$

Por lo que el interacumulador Vitocell 100 CUG, de 150 litros de capacidad, cumple con la normativa vigente.

1.9. INSTALACIÓN DE CALDERA

La caldera deberá ser de gasóleo con el fin de mantener el depósito de combustible existente. Se sustituirá el modelo anterior por uno más moderno con un mayor rendimiento.

La caldera deberá ser capaz, por sí sola, de generar el calor suficiente para cumplir con la demanda de calefacción y de agua caliente sanitaria. La potencia máxima de calefacción es de 7.834,350 W, mientras que la potencia de agua caliente sanitaria asciende a 367,746 W. En total, la potencia máxima que deberá aportar la caldera es de 8202,096 W.

Se selecciona la caldera de condensación mixta Ferroli Silent D Condens 30 SI UNIT, con capacidad de 30 kW en temperaturas entre 30 y 50 °C y de 28,5 kW en temperaturas entre 60 °C y 80 °C. El rendimiento útil de la caldera al 30% de carga es del 103,7%, por lo que pese al notable sobredimensionamiento de la misma, es totalmente válida.

1.9.1. Características de la caldera

Las características de la caldera son las siguientes:

- Potencia nominal útil (50-30 °C): 30 kW.
- Potencia nominal útil (80-60 °C): 28,5 kW.
- Rendimiento útil 100% Pot. Máx. (50-30 °C): 97%.
- Rendimiento útil 100% Pot. Máx. (80-60 °C): 102,3%.
- Rendimiento útil 30% Pot. Máx.: 103,7%.
- Clasificación energética según 92/42 CEE: 4 estrellas.
- Producción de A.C.S. con ΔT 30 °C: 14,3 l/min.

- Volumen del vaso de expansión de calefacción: 6 l.
- Contenido de agua de la caldera: 49 l.
- Peso en vacío: 115 kg.

1.9.2. Características del combustible

El combustible a utilizar en la caldera será Gasóleo C de calefacción:

- Composición: Hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C₉ a C₂₀ y con un intervalo de ebullición aproximado de 163 °C a 357 °C.
- Color: Azul.
- Olor: Característico.
- Poder calorífico: 43.120 kJ/kg.
- Densidad 15 °C: 0,900 g/cm³ máximo.
- Viscosidad 40 °C: 7 cSt
- Punto de ebullición 65%: 250 °C mínimo.
- Punto de ebullición 95%: 390 °C máximo
- Punto de inflamabilidad: 60 °C mínimo.
- Autoinflamabilidad: 338 °C
- Límite inferior explosivo: 1,3%.
- Límite superior explosivo: 6%.
- Densidad de vapor: 3,4 (Aire 1).
- Hidrosolubilidad: Muy baja.
- Solubilidad: En disolventes del petróleo.

1.9.3. Conexiones de combustible con la caldera

Se mantendrán las conexiones actuales entre el depósito de combustible y la caldera.

1.9.4. Chimenea

Se mantendrá la chimenea existente para la evacuación de humos de la caldera.

1.10. SIMULACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO (CALEFACCIÓN)

Para realizar una simulación energética –no solo térmica– del edificio se han utilizado el software SketchUp y el plug-in OpenStudio.

SketchUp es un software gratuito diseñado por la empresa GOOGLE para el diseño gráfico y modelado en tres dimensiones basado en caras, con el objetivo de que pudiera usarse de una manera intuitiva y flexible. Permite conceptualizar y modelar coches, personas, y cualquier objeto que imagine el diseñador. En nuestro caso, esta herramienta se utiliza para modelar el edificio objeto del presente Proyecto.

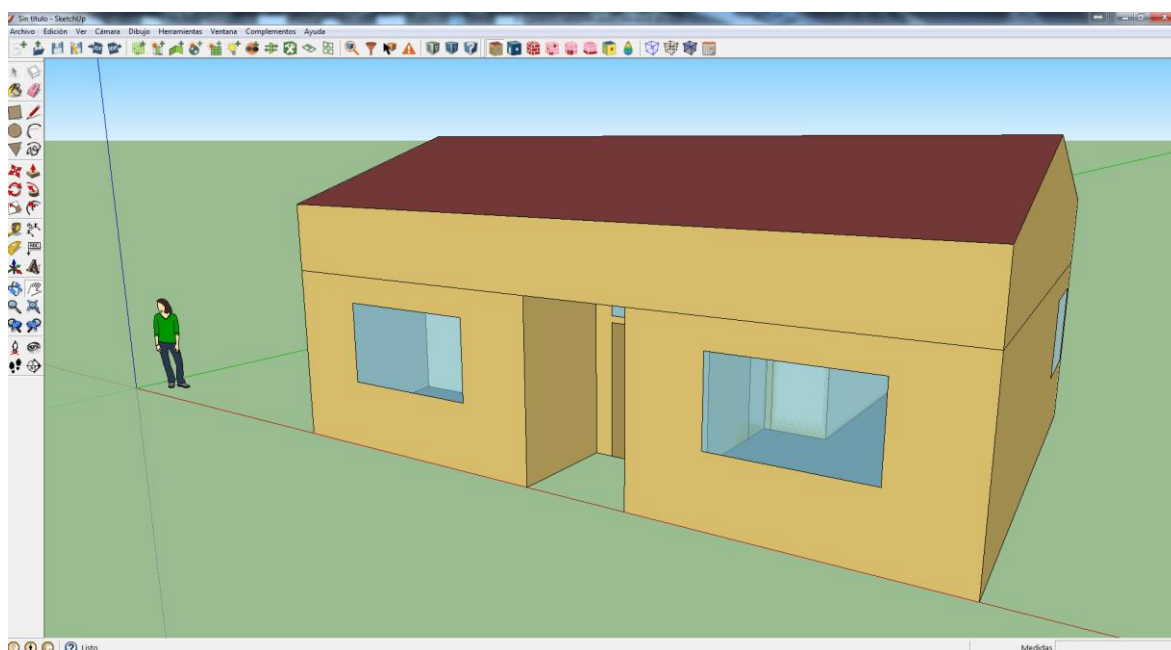
OpenStudio es una colección de herramientas de código abierto basada en EnergyPlus diseñada por el NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos) para dar soporte al modelado energético con sistemas avanzados de simulación de la luminosidad y de la radiación. Se

ha escogido en el presente Proyecto por la facilidad de su uso conjunto con la aplicación SketchUp a través del complemento o plug-in diseñado para ello.

EnergyPlus es una aplicación gratuita diseñada por el U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (Departamento de Energía de Estados Unidos) y será el motor que soporte la simulación energética. EnergyPlus, por sí solo, no dispone de interfaz de usuario.

A través del plug-in OpenStudio, se le dotará al diseño gráfico de sus características energéticas para el cálculo de la demanda.

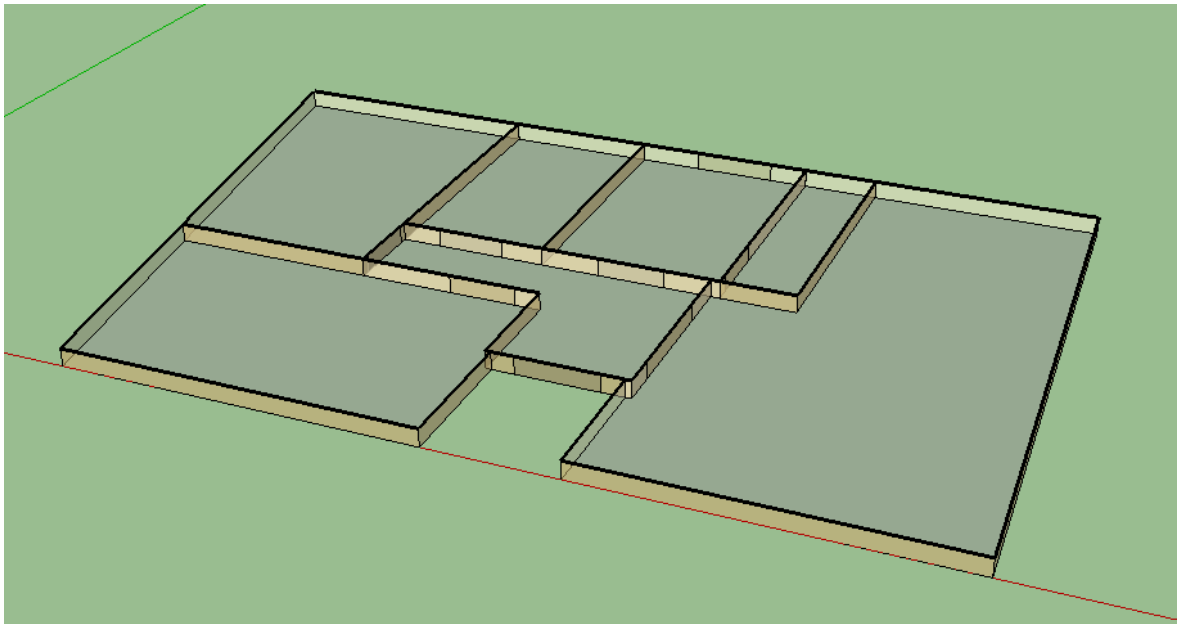
A continuación se muestra una captura de pantalla en la que se puede apreciar la intuitiva interfaz del programa.



1.10.1. Diseño del edificio

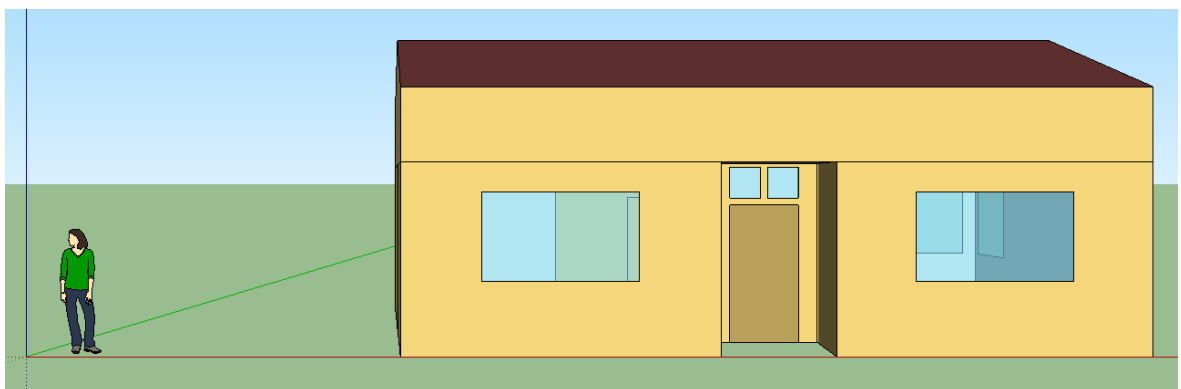
En primer lugar, ha sido necesario el diseño geométrico del edificio: cerramientos, huecos, cubierta y particiones interiores. No es necesario añadir detalles que puedan resultar irrelevantes para la simulación de la demanda energética.

En la siguiente imagen se observa una sección horizontal del edificio para comprobar cada uno de los cerramientos de la planta baja del edificio.

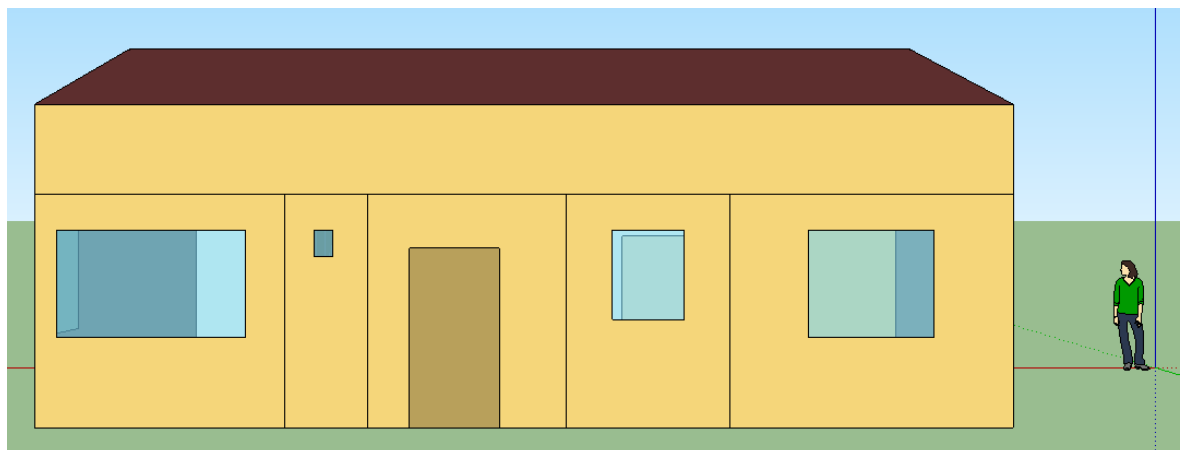


El resultado del diseño del edificio se muestra a continuación con las diferentes vistas del mismo.

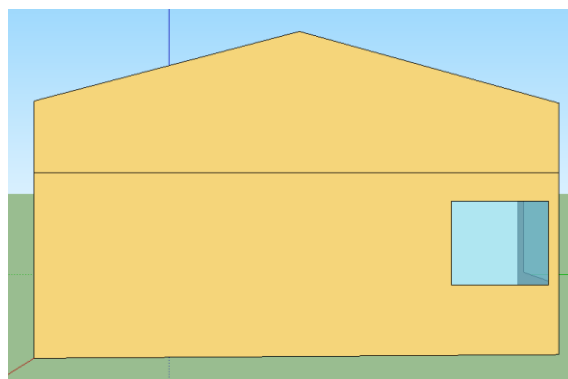
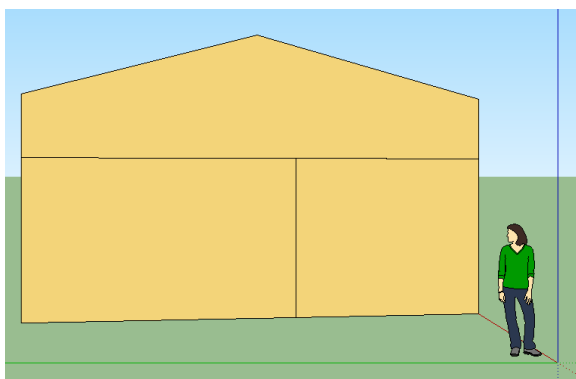
- **Alzado frontal (Fachada Norte)**



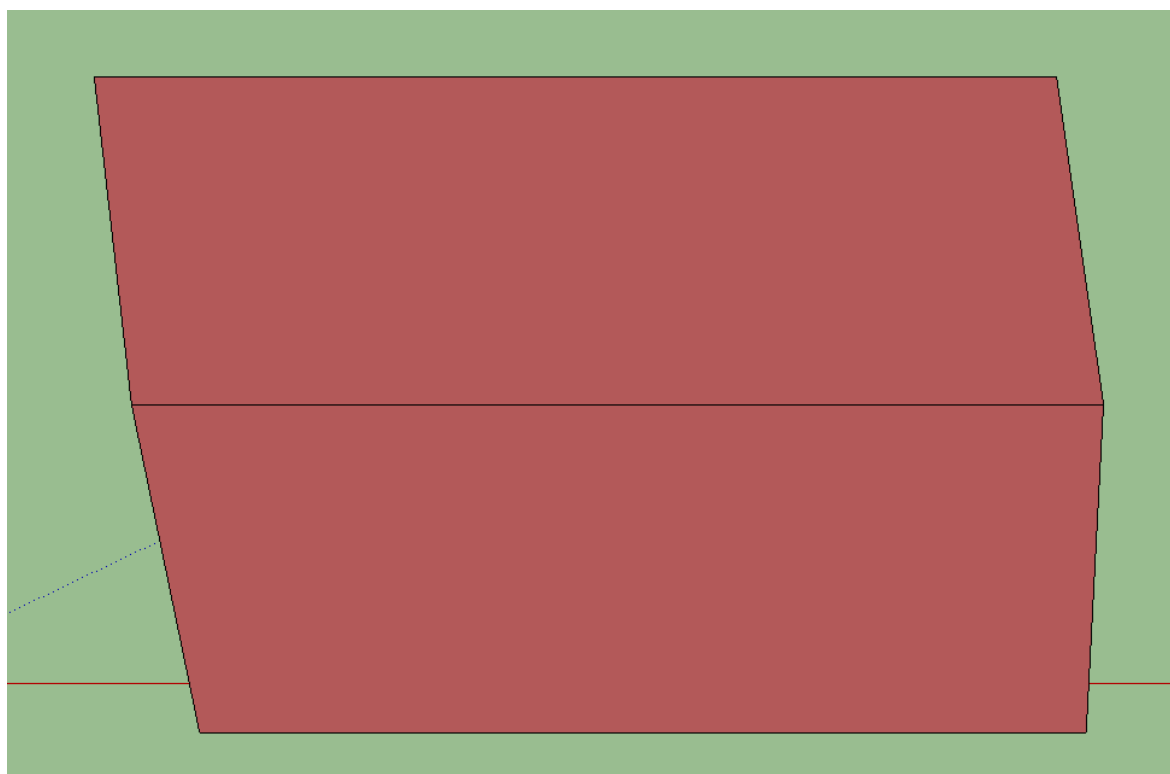
- **Alzado posterior (Fachada Sur)**



- **Perfiles izquierdo y derecho (Fachada Este y Oeste)**



- **Planta**



1.10.2. Simulación del edificio

OpenStudio permite al usuario la introducción de numerosos factores energéticos para llevar a cabo la simulación. Entre ellos, los siguientes:

- Datos meteorológicos.
- Fechas de cambio horario.
- Programaciones horarias de uso del edificio.
- Definición de los diferentes cerramientos del edificio.
- Introducción de cargas térmicas (personas, iluminación, equipamiento...).
- Definición de los diferentes espacios y zonas térmicas del edificio.
- Definición de las condiciones térmicas en los diferentes espacios.
- Definición de las diferentes tablas a generar con la simulación.

Para la simulación, se ha descargado del sitio web de EnergyPlus el fichero con los datos meteorológicos de Segovia.

Se ha determinado el último domingo de marzo como la fecha de entrada del horario de verano y el último domingo de octubre como la fecha de entrada del horario de invierno.

Se han introducido las programaciones horarias, los cerramientos exteriores, los cerramientos interiores, los huecos y las cargas térmicas según una configuración predefinida por el programa, concretamente para una oficina de tamaño medio.

Se ha creado un espacio y una zona térmica para cada partición interior del edificio: Salón, Pasillo, Dormitorio 1, Dormitorio 2, Baño, Cocina, Despensa y Ático.

Se ha establecido la temperatura interior de diseño de calefacción en 22 °C en invierno y en 15,6 °C en verano en los locales calefactados. El Ático se ha definido como local no calefactado.

Como variables de salida se han establecido las siguientes:

- Temperatura interior de cada local.
- Carga de calefacción prevista en cada local.
- Potencia de calefacción real en cada local.

Se generan tantas tablas como variables de salida por cada local. En nuestro caso, con 3 variables y 8 locales (incluido el ático), se han generado 24 tablas diferentes.

En la simulación se guarda un valor para cada hora del día a lo largo de todo un año, lo que permite percibir con bastante exactitud el funcionamiento de la instalación de calefacción.

El visor de resultados nos ofrece dos posibles gráficas para cada variable de salida:

- *Line Plot*. Gráfica lineal en 2 dimensiones (la variable (Y), y el tiempo (X)).
- *Flood Plot*. Gráfica en 3 dimensiones (la variable, la fecha (X) y la hora (Y)).

1.10.3. Resultados de la simulación

1.10.3.1. Emplazamiento

	Value
Program Version and Build	EnergyPlus-Windows-OMP-64 7.2.0.006, YMD=2013.07.08 22:07
RunPeriod	RUN PERIOD 1
Weather File	Segovia - ESP SWEC WMO#=#082130
Latitude [deg]	40.95
Longitude [deg]	-4.1
Elevation [m]	795.00
Time Zone	1.00
North Axis Angle [deg]	180.00
Rotation for Appendix G [deg]	0.00
Hours Simulated [hrs]	8760.00

1.10.3.2. Envolvente

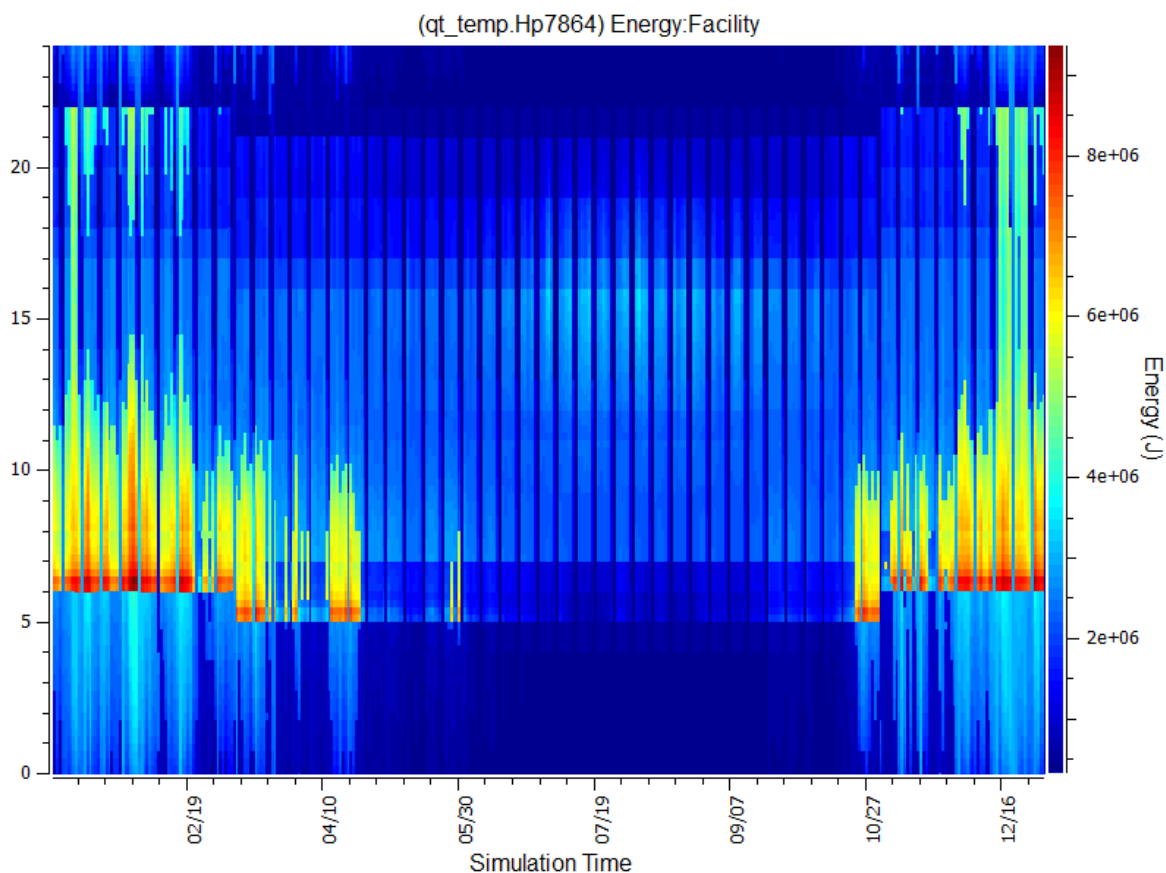
	Total	North (315 to 45 deg)	East (45 to 135 deg)	South (135 to 225 deg)	West (225 to 315 deg)
Gross Wall Area [m2]	290.83	61.68	82.37	64.76	82.02
Window Opening Area [m2]	12.19	5.45	0.00	5.06	1.68
Window-Wall Ratio [%]	4.19	8.84	0.00	7.81	2.05

1.10.3.3. Datos de cálculo

	Area [m2]	Conditioned (Y/N)	Part of Total Floor Area (Y/N)	Volume [m3]	Multipliers	Gross Wall Area [m2]	Window Glass Area [m2]	Lighting [W/m2]	People [m2 per person]	Plug and Process [W/m2]
BANO	6.03	Yes	Yes	15.67	1.00	26.68	0.80	10.0000	10.00	6.0000
DESPENSA	3.05	Yes	Yes	7.93	1.00	22.01	0.06	10.0000	10.00	6.0000
PASILLO	6.44	Yes	Yes	16.75	1.00	33.18	0.40	10.0000	10.00	6.0000
DORMITORIO	12.20	Yes	Yes	31.72	1.00	37.34	1.68	10.0000	10.00	6.0000
SALON	26.33	Yes	Yes	68.47	1.00	59.76	6.72	10.0000	10.00	6.0000
COCINA	7.35	Yes	Yes	19.11	1.00	28.76	0.00	10.0000	10.00	6.0000
ATICO	77.85	No	Yes	116.77	1.00	43.40	0.00	10.0000	10.00	6.0000
DORMITORIO PRINCIPAL	13.88	Yes	Yes	36.10	1.00	39.70	2.52	10.0000	10.00	6.0000
Total	153.14			312.52		290.83	12.19	10.0000	10.00	6.0000
Conditioned Total	75.29			195.75		247.44	12.19	10.0000	10.00	6.0000
Unconditioned Total	77.85			116.77		43.40	0.00	10.0000	10.00	6.0000
Not Part of Total	0.00			0.00		0.00	0.00			

1.10.3.4. Resultados gráficos

- **Energía necesaria**



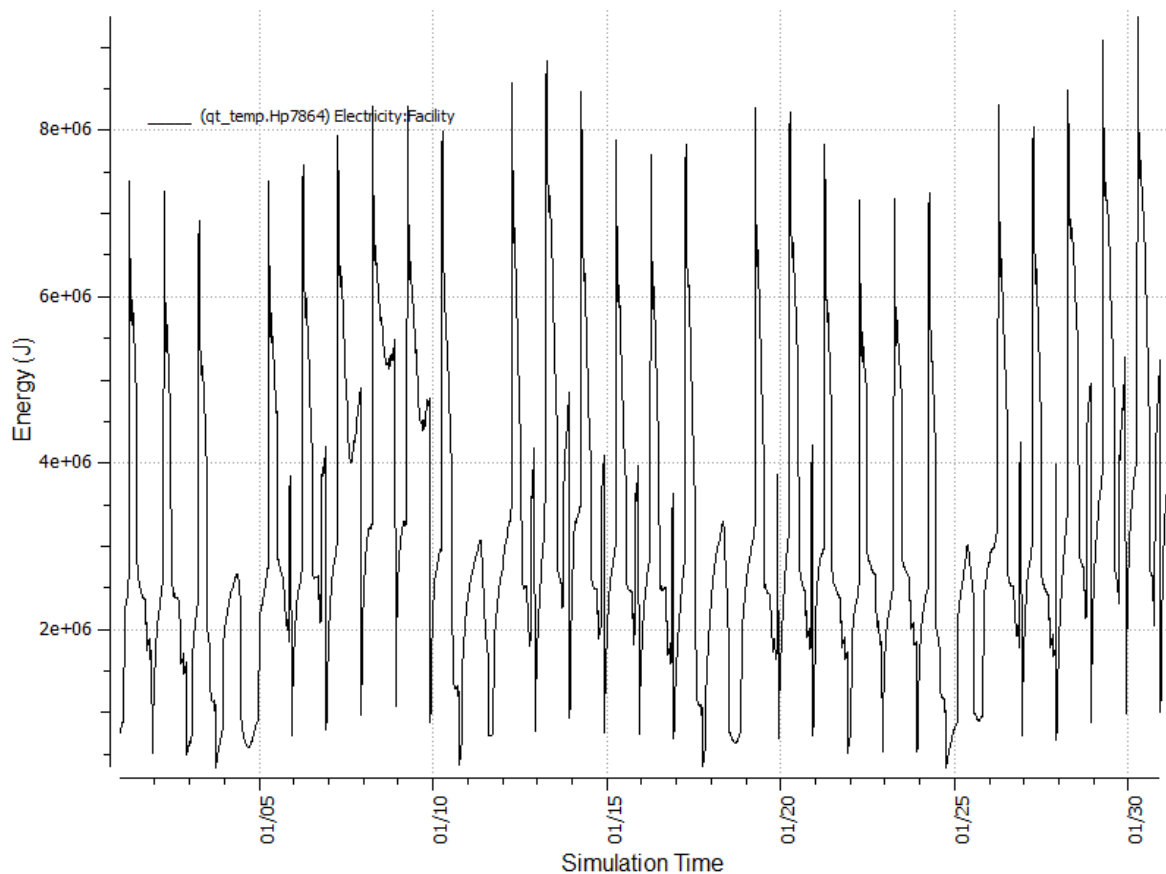
En este primer gráfico se muestran los valores de la energía demandada para cada día del año (eje X) y para cada hora del día (eje Y). Los colores azules indican ninguna o muy poca necesidad de energía, los colores verdes y amarillos una necesidad intermedia y los colores naranjas y rojos indican puntas de consumo.

Se puede comprobar de un simple vistazo que apenas se necesita energía para calefactar la vivienda en la mitad del año, desde mediados del mes de abril hasta finales del mes de octubre.

En los meses de diciembre y enero, se puede comprobar que la necesidad de energía supera la media en la práctica totalidad del día, debido a las duras condiciones invernales de la zona.

En el resto de meses, se percibe como se necesita más energía en las primeras horas del día, aproximadamente hasta las 10 de la mañana, para después permanecer en un nivel muy bajo de demanda.

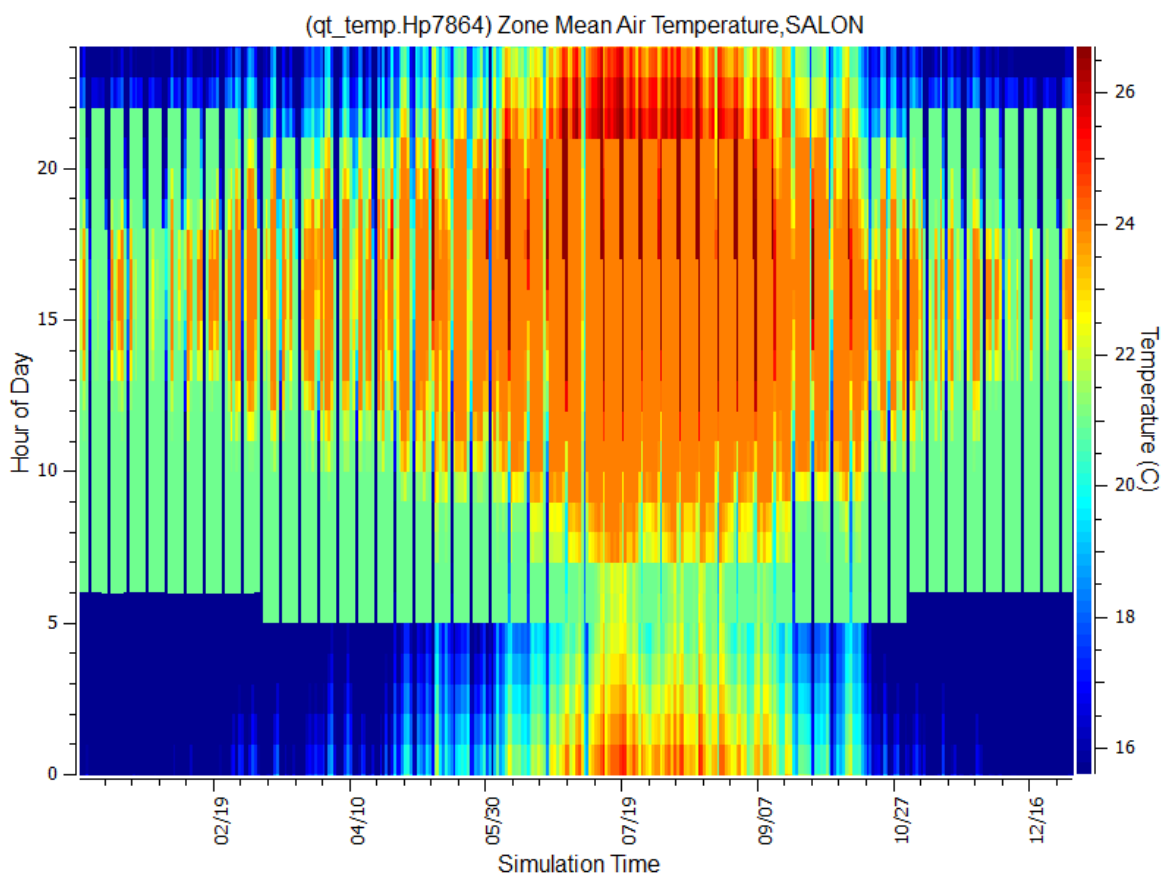
En el siguiente gráfico en dos dimensiones, se puede comprobar la variación en la demanda energética en el mes de enero. El día de mayor demanda del año corresponde al 30 de enero.



Igualmente, se puede observar la reducción del consumo energético necesario en los fines de semana debido a la utilización de la programación semanal de una oficina. Si se hiciese uso de la calefacción todos los días, obtendríamos valores similares todos los días del mes de enero, con pequeños altibajos. Sin embargo, esta elección nos será efectiva al comparar las temperaturas interiores de los locales.

- **Temperatura interior en el local**

La temperatura interior de cálculo se ha fijado en todos los locales calefactados en 22 °C. A continuación se presenta el gráfico en tres dimensiones de la temperatura interior del salón a lo largo del año. El resto de locales calefactados presenta gráficas similares, las cuales se presentan en los anexos de la presente Memoria.



En esta gráfica, se muestran los valores de la temperatura para cada día del año (eje X) y para cada hora del día (eje Y). Los colores azules indican temperaturas por debajo de los 21 °C, los colores verdes temperaturas entorno a los 22 °C de objetivo y los colores anaranjados y rojos indican temperaturas superiores.

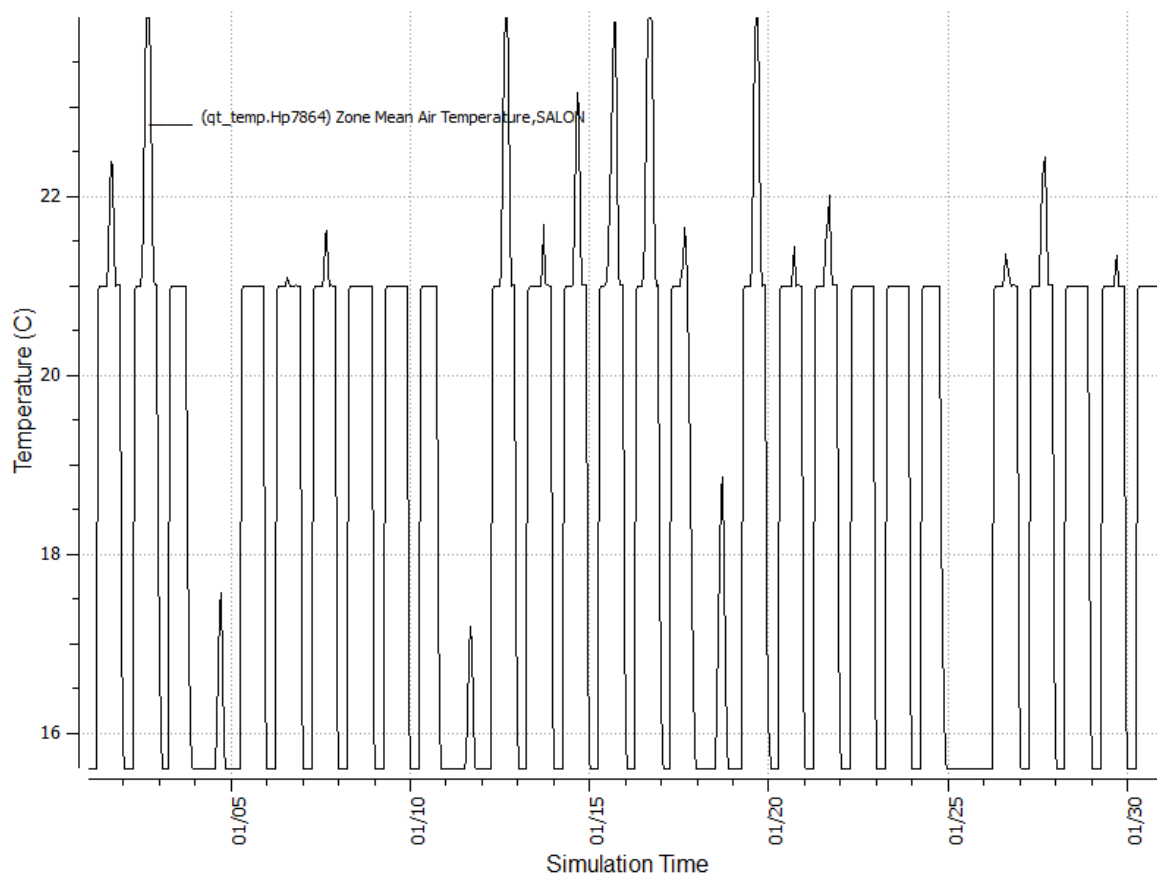
Se puede observar cómo, en invierno, periodo en el que fundamentalmente se utilizará el sistema de calefacción, la temperatura ronda los 22 °C durante el periodo de funcionamiento de calefacción, entre las 6 y las 22 horas aproximadamente. Cuando la calefacción no está funcionando, la temperatura baja entorno a los 16-17 °C.

Del mismo modo, se puede comprobar que en los meses de verano, en ningún momento se necesita calefacción, como ya se podía vislumbrar en la gráfica de energía, pues la temperatura siempre es igual o superior a 22 °C.

En los periodos de primavera y otoño seguirá requiriéndose la utilización de la calefacción, aunque en menor medida (en las primeras horas del día sobre todo, como se

vio en la gráfica de la demanda energética). Se observa con claridad el cambio horario en verano, alcanzándose los 22 °C entre las 5 y las 21 horas.

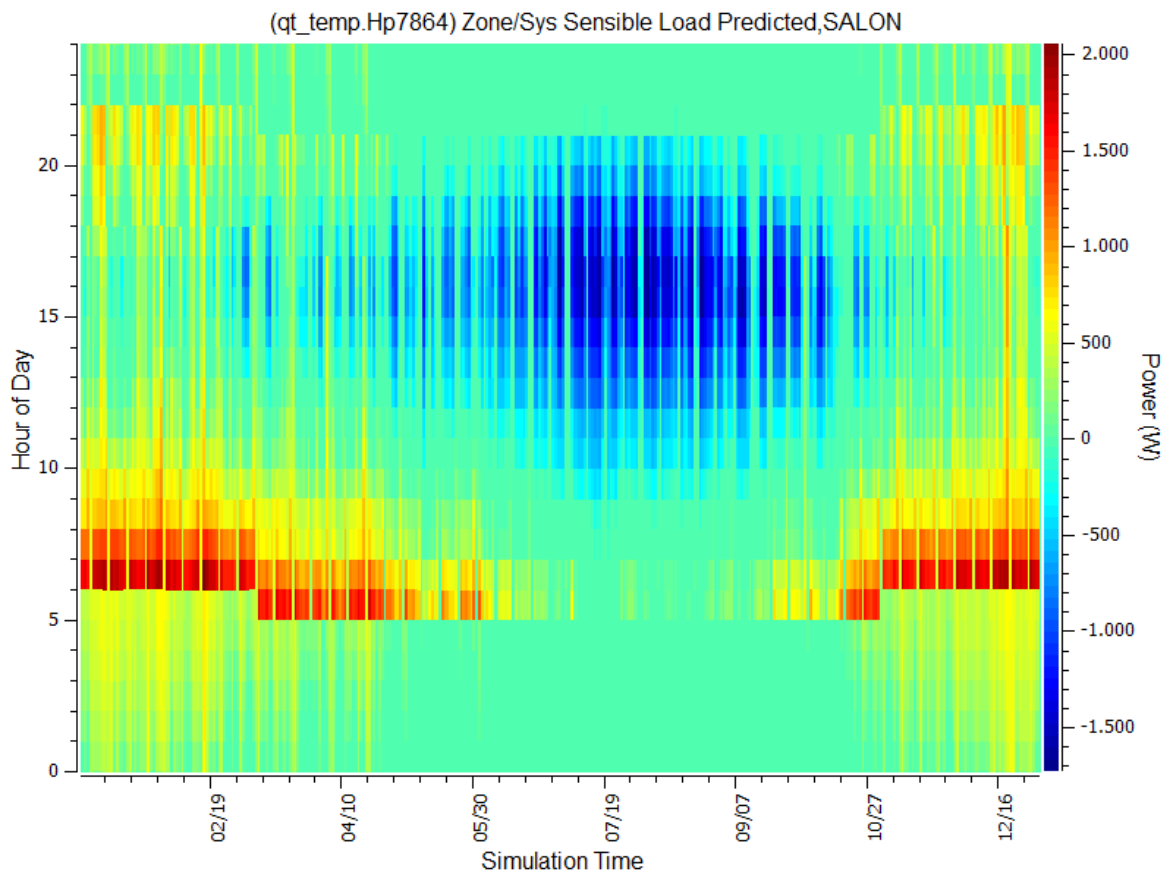
Por otro lado, y dado que rara vez se superan los 26 °C, parece lógico pensar en la no necesidad de instalar un sistema de refrigeración en el edificio.



En el gráfico en dos dimensiones se muestra nuevamente el detalle de las temperaturas del salón en el mes de enero. La simulación muestra cómo se alcanzan los 22 °C solamente en momentos puntuales de algunos días. La mayoría del tiempo la temperatura permanece en torno a los 21 °C, 1 °C por debajo del objetivo, aunque todavía en las condiciones óptimas marcadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Como se comentó anteriormente, la parada de la calefacción durante el fin de semana va a ser de utilidad en este momento, ya que se contempla de una forma aproximada cuánto ha de calentar el ambiente el sistema de calefacción. Este calentamiento ronda los 4 °C de promedio en el mes de enero.

- **Carga de calefacción prevista**

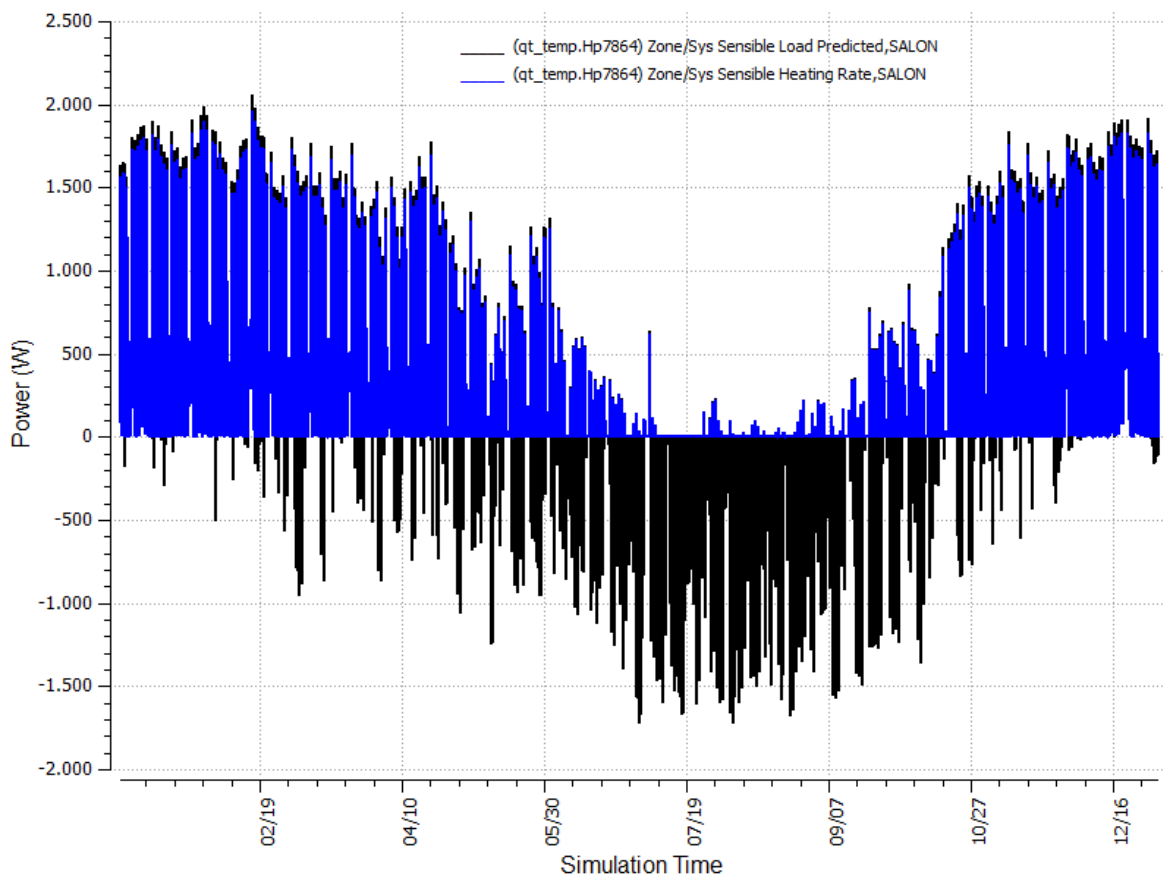


En esta gráfica, se muestran los valores de la potencia prevista para cada día del año (eje X) y para cada hora del día (eje Y). Los colores azules indican cargas negativas (el local debería expulsar calor), los colores verdes indican un buen equilibrio térmico y los colores anaranjados y rojos indican demandas teóricas de calefacción.

El gráfico es muy similar al de la energía requerida para todo el edificio. El local requiere energía a primeras horas de la mañana para alcanzar la temperatura objetivo, manteniendo muy poca demanda el resto del día, salvo en fechas muy concretas.

En verano, al amanecer la temperatura ya es la adecuada y no se requiere apenas gasto, existiendo un gran sobrante de energía en forma de calor que sería interesante extraer del edificio, aunque como se ha visto en los gráficos anteriores, la temperatura no superará los 26 °C.

- **Potencia de calefacción real**



En este gráfico en dos dimensiones se comparan la demanda teórica del edificio (color negro) con la energía de calefacción facilitada (color azul) durante el año.

Como es evidente, en los momentos en los que hay un excedente de calor en el local, el consumo de energía es nulo. Como hemos visto en los gráficos anteriores, esto no implica necesariamente que se requieran mecanismos que faciliten la extracción del mismo.

En los momentos en los que existe demanda de energía, la potencia proporcionada se corresponde muy fielmente con la potencia térmica estimada para el local, por lo que el funcionamiento es el óptimo.

1.12. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Las instalaciones proyectadas serán monitorizadas mediante un ordenador de rango de industrial que centralizará todos los datos obtenidos en tiempo real desde los diferentes dispositivos controlados.

La información descriptiva y gráfica del sistema de monitorización se encuentra en el Plano N° 10 del Documento N° 3 del presente Proyecto.

1.12.1. Ordenador

El ordenador escogido pertenece al rango industrial. Un producto industrial es aquel que puede utilizarse para trabajo de campo y capaz de soportar condiciones climatológicas adversas. Del mismo modo, en la informática industrial, al contrario que en la doméstica, la persistencia en el mercado de los componentes puede llegar a ser de hasta 15 o 20 años, permitiendo una reparación o ampliación del aparato sencilla, sin tener que proceder a la sustitución del mismo.

Se ha escogido un equipo que funciona bajo un sistema operativo Windows® debido a su facilidad de manejo y programación. En el mercado actual es posible encontrar multitud de programadores en entornos Windows®.

El ordenador escogido es un MOEE RS-2244 de la empresa PHERCAB, que posee las siguientes características principales:

- Procesador: Intel® Atom™ Z530 1.6 GHz, 1 núcleo, 2 tareas.
- Memoria: 1 GB DDR2 400/533 MHz.
- Gráficos: Intel® GMA500 integrado.
- Sistema operativo: Windows® XP con sistema de protección ante ataques.
- Almacenamiento interno: 8 GB.
- Conectividad: 4 puertos USB 2.0, 1 puerto RS-232 (DB-9), 1 puerto RS-232 (embornado), 2 puertos RS-485 (embornado), 1 salida de vídeo VGA, 1 puerto de red 10/100.
- Alimentación: 9-36 VDC 15W.
- Salida de alimentación 12 VDC estabilizada.
- Dimensiones: 154 x 104 x 54 mm.



1.12.2. Software

El software deberá tratar en tiempo real los valores recogidos por el ordenador desde los diferentes dispositivos controlados, bien a través de los puertos serie RS-232 y RS-485, bien a través de los puertos USB o bien a través del puerto de red.

El software permitirá almacenar dichos valores en una base de datos en el propio equipo o en una unidad externo. El periodo de grabación de datos debe poder modificarse para cada grupo de variables.

El software deberá poder comunicarse con una estación receptora de la Empresa Mantenedora para transmitir de forma periódica los datos que se requieran, si esta así lo solicita, con el fin de poder llevar a cabo la monitorización remota de la instalación en tiempo real y poder realizar los informes oportunos con el almacenamiento en una base de datos directamente en sus instalaciones.

El software deberá permitir la generación de un sinóptico con las variables en tiempo real de la instalación.



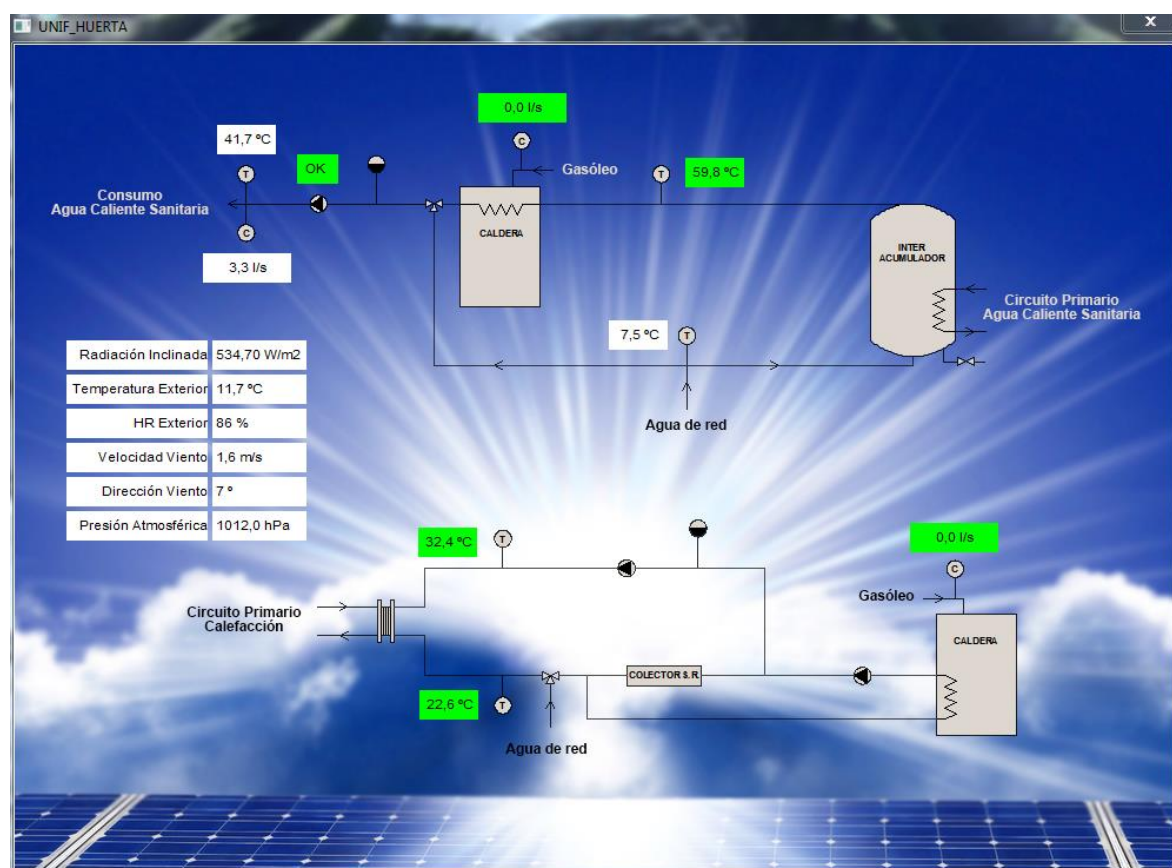
El sistema escogido se denomina MOEESolutionCenter, desarrollado por PHERCAB. El sistema se compone de los programas informáticos MOEEDaemon en el ordenador situado en la instalación y MOEEReceptor en la estación receptora. En la imagen se muestran algunas de las pantallas de los programas.

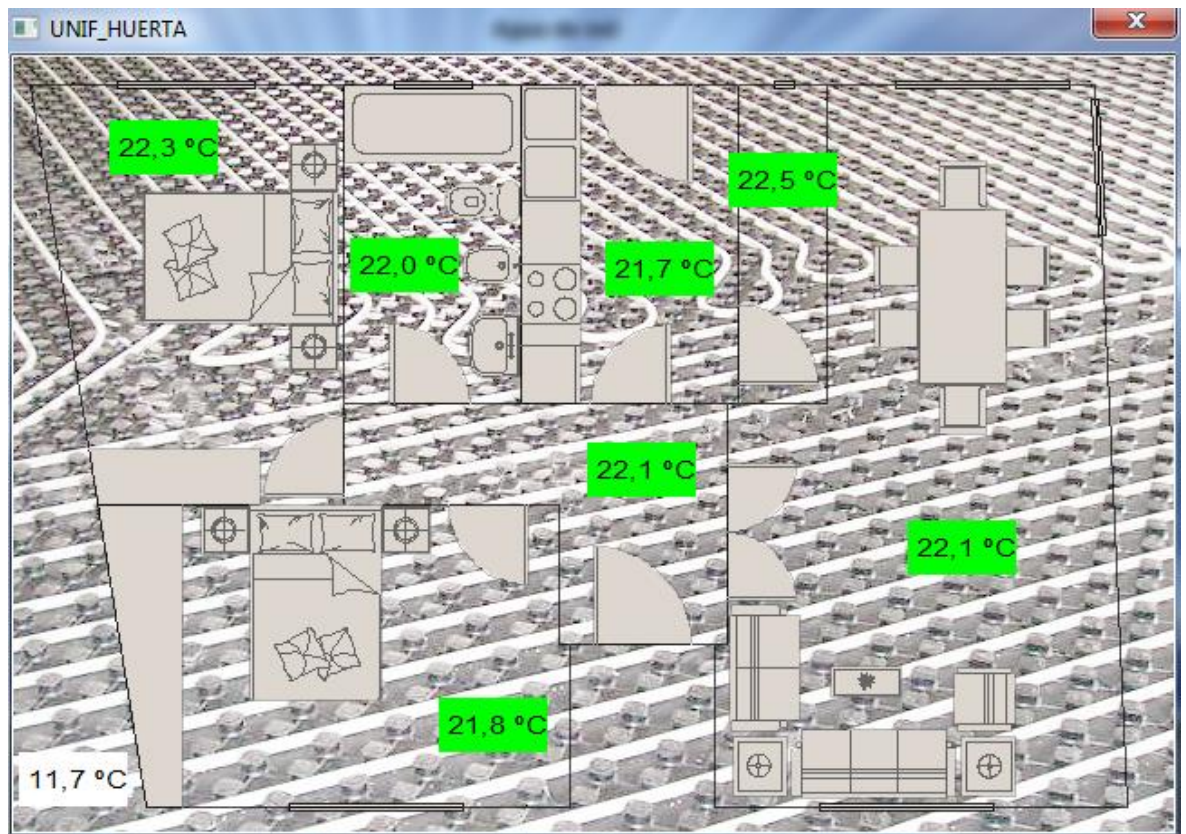
El software MOEEDaemon es totalmente modular y abierto a la integración de los nuevos dispositivos que vayan apareciendo en el mercado. Es capaz de recoger, tratar y almacenar los datos recibidos desde multitud de sistemas de diferente índole (contadores de energía, sistemas de inversores trifásicos, dispositivos GPS, dispositivos de entradas y salidas, cámaras de CCTV, estaciones meteorológicas...) e integrarlos en una plataforma única. Dispone de la posibilidad de mostrar los datos en uno o varios sinópticos de la instalación.

Al menos, deberán generarse dos sinópticos de la instalación. En el primero, se mostrará información referente a las temperaturas y caudales de los fluidos caloportadores y el caudal de consumo del gasóleo. En él se podrán incluir además los valores obtenidos desde la estación meteorológica exterior.

En el segundo, deberá mostrarse la temperatura de cada uno de los locales calefactados, recogida por los termostatos instalados en cada uno de ellos. En él se podrá incluir como referencia la temperatura ambiente exterior.

A continuación se muestran dos posibles sinópticos de monitorización para la instalación realizados con las herramientas facilitadas por la empresa desarrolladora del programa.





El software MOEERceptor es igualmente modular y se encarga de recibir la información recibida desde los distintos ordenadores que dispongan del software MOEEDaemon, a través de internet. Igualmente, es capaz de recoger, tratar y almacenar los datos recibidos, además de mostrarlos en uno o varios sinópticos.

1.12.3. Periféricos

El sistema dispondrá de un Sistema de Alimentación Ininterrumpido que garantice la tensión del equipo durante al menos 1 hora.

El sistema podrá dotarse de una pantalla táctil para el manejo local del ordenador. No obstante, podrá accederse a él de forma remota, por lo que este requisito no es imprescindible.

1.12.4. Dispositivo de entradas y salidas

Para la recepción directa de datos desde una sonda 0-20 mA o 0-10 VDC es preciso la instalación de un dispositivo electrónico de entradas analógicas que recoja estas señales y las transforme en datos legibles para un ordenador.

Generalmente, estos dispositivos llevan incorporadas además entradas y salidas digitales para el reconocimiento y la generación de señales abierto/cerrado.

El dispositivo escogido es un interfaz de 8 entradas analógicas 0-5 VDC, 8 entradas digitales y 8 salidas digitales de la empresa PHIDGETS, que puede ser conectado al ordenador a través de un puerto USB, que servirá además de alimentación para la placa electrónica.



Para las señales 4-20 mA, la misma casa dispone de unos adaptadores que convierten la misma en una señal analógica 0-5 VDC.

Las entradas digitales pueden utilizarse para controlar el estado de funcionamiento de los diferentes equipos, como pueden ser las bombas o la caldera auxiliar. En la presente instalación se controlará el estado del relé de salida de los caudalímetros.

Las salidas digitales pueden utilizarse en un futuro para actuar sobre relés libres de tensión.

1.12.5. Sensores de temperatura

Para la medición de la temperatura de los fluidos circulantes en la instalación se requiere el uso de sensores de inmersión en tuberías. Se utilizarán para medir:

- Temperatura de acumulación de Agua Caliente Sanitaria.
- Temperatura de entrada de agua de red.
- Temperatura de suministro de Agua Caliente Sanitaria.
- Temperatura de impulsión de Suelo Radiante.
- Temperatura de retorno de Suelo Radiante.

Los sensores escogidos son de la empresa OMNI, modelo TT-342-CVO. Estos sensores se instalan intercalados en la tubería y generan una señal de 4-20 mA que irá conectada al dispositivo de entradas analógicas mencionado anteriormente. El ordenador será el encargado de realizar la correlación entre la tensión recibida por el dispositivo y la temperatura, según las indicaciones del fabricante.



1.12.6. Caudalímetros

Para la medición del caudal circulante por la instalación se requiere el uso de caudalímetros magnéticos. El gran coste de los mismos limita su uso a los caudales más importantes de la instalación en términos económicos:

- Caudal de consumo de Agua Caliente Sanitaria.
- Caudal de consumo de gasóleo.

Los caudalímetros escogidos son de la empresa OMNI, modelo M910. Estos caudalímetros se instalan intercalados en la tubería y se comunican directamente con el ordenador a través de un puerto RS-485 mediante un protocolo ASCII facilitado por el fabricante.



Los caudalímetros escogidos disponen de una salida digital que brinda información sobre el estado del equipo. Este valor será recogido por las entradas digitales (1 encendido-0 apagado) del dispositivo de entradas y salidas descrito anteriormente. Esta señal emitida por el caudalímetro se puede configurar de nueve diferentes maneras:

- Siempre apagado.
- Encendido para caudales positivos. Apagado en el resto de casos.
- Encendido para caudales negativos. Apagado en el resto de casos.
- Encendido entre dos caudales predefinidos (histéresis). Apagado en el resto de casos.
- Apagado entre dos caudales predefinidos (histéresis). Encendido en el resto de casos.
- Encendido cuando se produce un caudal determinado. Apagado en el resto de casos.
- Apagado cuando se produce un caudal determinado. Encendido en el resto de casos.
- Encendido cuando el caudal supera un valor determinado. Apagado en el resto de casos.
- Apagado cuando el caudal supera un valor determinado. Encendido en el resto de casos.

Se configurará el equipo para que mande una señal de encendido cuando el caudal sea positivo, es decir, cuando esté circulando caudal, ya que las válvulas antirretorno van a impedir que el caudal sea negativo.

1.12.7. Estación meteorológica

Para la medición de las condiciones atmosféricas exteriores se precisará de una estación meteorológica que mida, al menos, la radiación solar incidente y la temperatura ambiente. La estación meteorológica deberá ir instalada junto a los paneles solares térmicos para poder recoger los datos más fieles posibles que se ajusten a la demanda de la instalación.

La estación meteorológica escogida es de la empresa OMNI, modelo WS501. Esta estación se comunica directamente con el ordenador a través de un puerto RS-485 mediante un protocolo genérico ModBus, mediante un mapa de variables facilitado por el fabricante.



La estación meteorológica mide las siguientes variables:

- Temperatura ambiente exterior.
- Radiación solar incidente.
- Humedad relativa ambiente exterior.
- Velocidad y dirección del viento.
- Presión atmosférica.

1.12.8. Sistema de suelo radiante

Para la recogida y el tratamiento de los datos referentes a la instalación de suelo radiante se utilizará un módulo para domótica fabricado por Uponor, que permitirá la lectura de los siguientes valores:

- Temperaturas ambientes interiores en cada uno de los locales calefactados.

El módulo se conecta al ordenador a través del puerto de red 10/100. Si se utiliza una conexión a internet por cableado estructurado, será precisa la instalación de un pequeño switch para poder funcionar.

El módulo envía los datos en el estándar internacional de domótica KNX.

1.13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Descripción	Importe
1	CIRCUITO SOLAR ACS	2.727,57
2	CIRCUITO SOLAR CALEFACCIÓN	13.847,13
3	CIRCUITOS SOLARES SECUNDARIOS - CALDERA	3.473,50
4	CIRCUITOS SUELO RADIANTE	10.399,33
5	MONITORIZACIÓN	8.218,05
NETO EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)		32.665,58
BENEFICIO INDUSTRIAL CONTRATISTA (6%)		2.319,93
NETO CONTRATISTA (EUR)		32.665,58
IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO (21%)		8.606,96
TOTAL CONTRATISTA (EUR)		49.592,47
HONORARIOS PROYECTISTA (6%)		2.319,93
NETO PROYECTISTA (EUR)		2.319,93
IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO (21%)		487,19
TOTAL PROYECTISTA (EUR)		2.807,12
TOTAL GENERAL (EUR)		52.399,59

El presupuesto general del Proyecto asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS**.

1.14. ESTUDIO ECONÓMICO

Aunque el objetivo primario del presente Proyecto es medioambiental y no económico, resulta necesario realizar un pequeño estudio económico que garantice la viabilidad del mismo.

Se calcularán el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de la instalación durante un periodo de amortización tal que garantice un rendimiento. A una instalación como la definida en este Proyecto le corresponde una vida útil de 20 años.

El desembolso inicial deberá ser cubierto en este plazo por el continuo beneficio que supone el ahorro energético que supone la instalación, y por tanto, el ahorro en el consumo de gasóleo. Por otro lado, el mantenimiento anual de la instalación supondrá una merma de este beneficio que habrá de ser tenida en cuenta.

1.14.1. AHORRO DE COMBUSTIBLE

Se considerará el ahorro de combustible existente entre la instalación anterior y la diseñada en el presente Proyecto, debido fundamentalmente a la instalación de paneles solares térmicos, pero también al aumento en el rendimiento de la caldera.

Para el estudio económico y ambiental, solamente se considerará la demanda de calefacción para el periodo invernal, desde el mes de octubre hasta el mes de abril, ambos incluidos. Para el sistema de agua caliente sanitaria se tendrá en cuenta todo el año.

1.14.1.1. Consumo anterior

La demanda energética de energía de cálculo es la siguiente:

- Energía necesaria para calefacción: 199.229 MJ.
- Energía necesaria para agua caliente sanitaria: 9.316 MJ.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la caldera anterior (90,39%), se tiene que la energía que habría de generar la caldera asciende a 230.717 MJ.

Se conocen los siguientes datos del gasóleo de calefacción:

- Poder calorífico: 43.120 kJ/kg.
- Densidad: 0,9 kg/l.

El volumen anual de gasóleo requerido es de 5.945 litros.

1.14.1.2. Consumo actual

La demanda energética de energía de cálculo es la siguiente:

- Energía necesaria para calefacción: 199.229 MJ.
- Energía necesaria para agua caliente sanitaria: 9.316 MJ.

Teniendo en cuenta los factores promedio que cubre la energía solar (31,1% en calefacción y 58,2% en agua caliente sanitaria) y el rendimiento de la nueva caldera de

condensación (103,7%), se tiene que la energía que habría de generar la caldera asciende a 136.126 MJ.

Se conocen los siguientes datos del gasóleo de calefacción:

- Poder calorífico: 43.120 kJ/kg.
- Densidad: 0,9 kg/l.

El volumen anual de gasóleo requerido es de 3.508 litros.

1.14.1.3. Precio del combustible

Para obtener el precio del combustible se ha requerido el uso de las tablas de precios al consumidor que semanalmente genera la Comisión Europea para cada uno de los países miembros de la Unión Europea. Para la semana del 1 de julio de 2013, se obtiene este valor:

- Precio del gasóleo de calefacción (01/07/13): 875,41 EUR/1.000 l.

Basándose en la serie histórica, se obtiene que desde el primer dato registrado (03/01/05), el precio del gasóleo ha ascendido desde los 486,03 EUR/1.000 l hasta los citados 875,41 EUR/1.000 l, lo que supone una tasa interanual promedio del 7,18%. Se aplicará esta tasa para predecir el aumento del precio del combustible mientras dure la amortización.

1.14.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO

Los gastos de mantenimiento y monitorización remota de la instalación para el primer periodo se estiman en 1.000 EUR.

Consultada la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, se estima un ascenso interanual del Índice sobre los Precios del Consumo (IPC) del 2,3%. Se aplicará esta tasa para predecir el aumento de los gastos de mantenimiento.

1.14.3. BENEFICIO ANUAL NETO

Con los datos de ahorro de combustible y de gastos de mantenimiento, podemos obtener el ahorro neto anual como la suma de ambos valores.

1.14.4. BENEFICIO NETO ACTUALIZADO

Es preciso actualizar el beneficio anual según un tipo de interés fijo. Se escoge el tipo de interés de la renta fija (0,937%) dado la seguridad del rendimiento de la inversión). El valor obtenido será el Beneficio Neto Actualizado (BNA).

Si el valor la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) a 20 años es inferior a 0,937%, habría resultado más rentable invertir en un depósito que ofreciese este tipo de interés.

1.14.5. VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RENTABILIDAD

Una vez obtenido el Beneficio Neto Actualizado (BNA), se calcularán el Valor Actualizado Neto (VAN) y Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) a 20 años de la instalación.

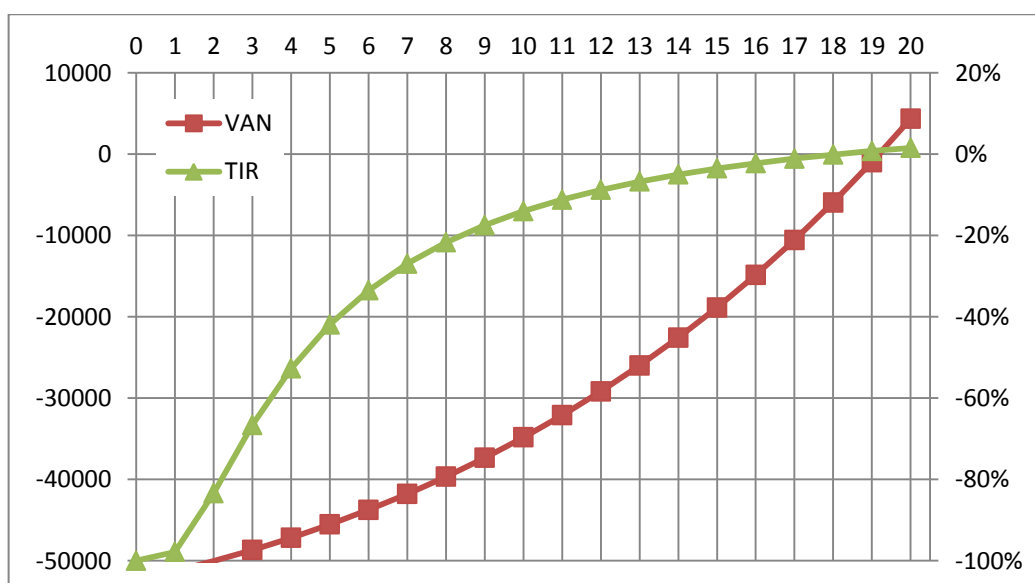
El Valor Actualizado Neto (VAN) permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos futuros, originados por una inversión. Una vez calculado el Beneficio Neto Actualizado (BNA), será suficiente con obtener la diferencia entre el Beneficio Neto Actualizado (BNA) y la inversión inicial.

La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de una inversión. En términos simples, resultaría la tasa de descuento con la que el Valor Actualizado Neto (VAN) se hace nulo.

A continuación se muestran una tabla y unas gráficas donde se puede contemplar la evolución de ambos valores en el tiempo.

Periodo (Año)	BNA (EUR)	VAN /EUR)	TIR (%)
0	-	-	-
1	1.123,21	-51.276,38	-97,84
2	1.240,56	-50.035,82	-83,35
3	1.365,84	-48.669,98	-66,59
4	1.499,50	-47.170,48	-52,70
5	1.642,13	-45.528,35	-41,87
6	1.794,22	-43.734,13	-33,48
7	1.956,41	-41.777,72	-26,91
8	2.129,32	-39.648,40	-21,68
9	2.313,63	-37.334,77	-17,47
10	2.510,06	-34.824,71	-14,02
11	2.719,37	-32.105,34	-11,16
12	2.942,33	-29.163,01	-8,76

13	3.179,83	-25.983,18	-6,73
14	3.432,76	-22.550,42	-5,00
15	3.702,10	-18.848,32	-3,51
16	3.988,86	-14.859,46	-2,22
17	4.294,14	-10.565,32	-1,09
18	4.619,09	-5.946,23	-0,09
19	4.964,97	-981,26	0,78
20	5.333,03	4.351,77	1,56



Se puede observar que el Valor Actualizado neto (VAN) a 20 años es de 4.351,77 EUR, mientras que la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) es del 1,56%.

Al obtener un Valor Actualizado neto (VAN) es positivo y una Tasa Interna de Rendimiento (TIR) mayor que el tipo de interés de la renta fija, se considera rentable a la instalación, aunque no este sea su objetivo principal.

1.15. EMISIONES DE CO₂ AL MEDIO AMBIENTE

Al tratarse de una instalación en un ambiente rural, el principal objetivo del presente Proyecto era la contribución con el medio ambiente que rodea al edificio.

Según datos del Banco Mundial para el año 2.009, España había reducido la generación de dióxido de carbono en un 12,5%, mostrando el camino a la ciudadanía, aunque aún

queda mucho trabajo por realizar en este aspecto. El último valor registrado en 2.009 por dicho organismo cifraba todavía la contaminación atmosférica por CO₂ en la friolera de 6,3 Tm por habitante.

En esta instalación, con la reducción evidente del consumo de gasóleo, también se verá reducida drásticamente la emisión de dióxido de carbono en la combustión del mismo.

La Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) editada por la Oficina Catalana del Cambio Climático establece la producción de CO₂ en calderas de gasóleo a través de la siguiente relación:

$$\frac{2,79 \text{ kg CO}_2}{\text{l gasóleo}}$$

La generación de CO₂ disminuye, por tanto, desde los 16.587 kg hasta los 9.786 kg anuales.

Con la instalación, se reduce la contaminación atmosférica por CO₂ en 6.801 kg, que pese a resultar insignificantes por sí solos, contribuyen a frenar el calentamiento global del planeta y a mejorar el ambiente rural que rodea al edificio.

1.16. ANEXOS

1.16.1. ANEXO I. FICHA JUSTIFICATIVA ANTERIOR (NBE-79)

VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS EN EL
8º DE PUERTA Y ARCOSES

Ficha justificativa del cálculo del Kg del edificio

El presente cuadro expresa que los valores de K especificados para los distintos elementos constructivos del edificio cumplen los requisitos exigidos en los artículos 4.º y 5.º de la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79 «Condiciones Térmicas en los Edificios».

Elemento constructivo		Supert. S m²	Coefficiente K kcal/h m² °C (W/m² °C)	Coefficiente Ks kcal/h m² °C (W/m² °C)	Coefficiente Ks kcal/h m² °C (W/m² °C)	Coefficiente Ks kcal/h m² °C (W/m² °C)
Apartado E		Se	KS	SeKS	SeKS	SeKS
Cerramientos en contacto con el ambiente exterior	Huecos exteriores verticales, puertas, ventanas	VENTANAS	21,24	3,40	72,82	72,82
	Cerramientos verticales o inclinados más de 60º con la horizontal	MURO	158,42	0,48	76,04	76,04
	Forjados sobre espacios exteriores					
Apartado N		SN	KN	SNKN	0,5	0,5SNKN
Cerramientos de separación con otros edificios o con locales no calefactados	Cerramientos verticales de separación con locales no calefactados, o medianerías					
	Forjados sobre espacios cerrados no calefactados de altura > 1 m				0,5	
	Huecos, puertas, ventanas					
Apartado Q		So	Ko	SoKo	0,8	0,8SoKo
Cerramientos de techo o cubierta	Huecos, lucernarios, claraboyas					
	Azoteas (3)				0,8	
	Cubiertas inclinadas menos de 60º con la horizontal	CUBIERTA	84,60	0,68	57,52	46,02
Apartado S		Ss	Ks	SsKs	0,5	0,5SsKs
Cerramientos de separación con el terreno (2)	Soleras					
	Forjados sobre cámara de aire de altura ≤ 1 m	FORJADO S/CAMARA	84,60	0,75	63,45	31,72
	Muros enterrados o semienterrados					
Σ Total		348,86				225,99

$$\text{Factor de forma } f \text{ en m}^{-1} = \frac{\text{Superficie total } S}{\text{Volumen total } V} = \frac{348,86}{379,44} = 0,92$$

Exigencia de la Norma (Art. 4.º)

Tipo de energía	Factor de forma	Zona climática
II	1,02	Kg ≤ 0,68

Cumplimiento de la exigencia de la Norma

$$\text{Kg del edificio} = \frac{225,99}{348,86} = 0,64 \leq 0,68$$

- (1) Estos coeficientes deben cumplir los requisitos exigidos en el artículo 5.º de la Norma. Para los edificios situados en las islas Canarias será suficiente cumplimentar esta columna.
- (2) Como se indica en 3.2, pueden emplearse coeficientes lineales de transmisión de calor Ks en vez de KS siempre que se cumpla la condición de que: Ks · LS = KS · SS, en kcal/h °C (W/m² °C)

Se pueden incluir en este apartado las azoteas ajardinadas y forjados enterrados.

13

d. REVUELTO

1.16.2. ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS

1.16.2.1. Captadores solares

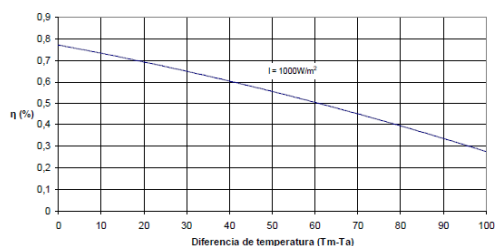
Heliostar 218 S4 Steck

INFORMACIÓN TÉCNICA

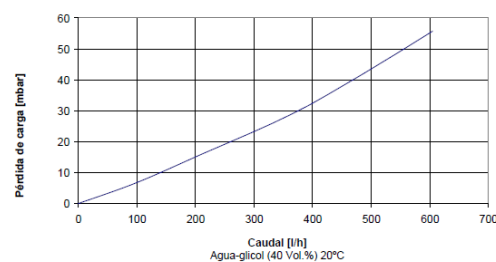


Datos Técnicos del Captador plano Roth Heliostar 218 S4 Steck

Características	Datos
Medidas	1820 x 1200 x 109mm
Superficie	2,18 m ² bruto 1,97 m ² apertura 1,95 m ² absorbidora 35 kg
Peso	
Rendimiento	$\eta_0 = 77,10 \%$ $k_1 = 3,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ $k_2 = 0,0127 \text{ W/m}^2\text{K}$
Carcasa	Polycarbonato de alta calidad, resistente a las inclemencias meteorológicas y a los cambios de temperatura. Panel aislante posterior 50 mm.
Cubierta	Vidrio solar de seguridad. Transmisión $t = 91,6\%$
Absorbedor	Aluminio con tratamiento altamente selectivo al vacío. Microtherm.
Absorción	$\alpha = 95\%$
Emisión	$\epsilon = 5\%$
Capacidad	1,1 litros
Fluido caloportante	Aditivo para captador solar plano.
Presión máxima de trabajo	10 bar
Temperatura de estancamiento	208 °C
Alojamiento de la sonda térmica	Interno
Conexiones	4, conexión rápida Roth



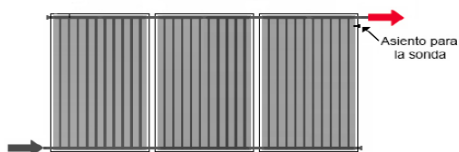
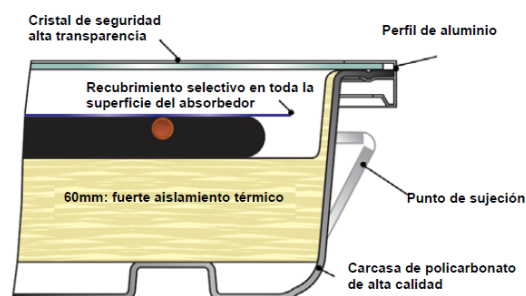
Curva de rendimiento del captador plano Roth Heliostar 218 S4 Steck



Pérdida de carga del captador plano Roth Heliostar 218 S4 Steck

Captador solar plano Roth Heliostar 218 S4 Steck

Conforme a los ensayos de la norma EN 12975-2.
Contraseña de certificación en industria, NPS en trámite.
El captador cuenta con el sello medioambiental "Ángel azul".
Periodo de garantía: 10 años



Roth Industrias Plásticas, S.A. - Global Plastic, S.A.
Pol. Ind. Montes de Cierzo 31500 Tudela (NAVARRA)
Tel. 948 844 406 - Fax 948 844 405
<http://www.roth-spain.com> - E-mail: tecnico@roth-spain.com



Rev 00

2/2

Roth

INFORMACION TECNICA HELIOSTAR 218 S4 STECK

1115008962

1.17.1.1. Interacumulador

Datos técnicos Vitocell 100-W (modelo CUG)

Datos técnicos

- Horizontales situado bajo la caldera.
- Con calentamiento interior, de acero, con esmaltado de dos capas Ceraprotect.

Volumen	I	120		150	
Nº registro DIN		0245/06-13 MC			
			Con revestimiento de tuberías de conexión		Con revestimiento de tuberías de conexión
Conexiones					
Impulsión y retorno del agua de calefacción	R	1	1	1	1
A.C.S. y agua fría	R	¾	¾	¾	¾
Conducto de recirculación	R	¾	¾	¾	¾
Presión de servicio adm.					
en el circuito primario de caldera y en el circuito secundario de A.C.S.	bar	10	10	10	10
Temperaturas admisibles					
– En el circuito primario de caldera	°C	110	110	110	110
– En el circuito secundario de A.C.S.	°C	95	95	95	95
Consumo por disposición *1	kWh/24 h	1,60	1,60	1,75	1,75
q _{as} con una diferencia de temperatura de 45 K					
Dimensiones					
Longitud a	mm	618 *2	623	661 *2	667
Anchura k	mm	Ø 553	564	Ø 596	607
Altura b	mm	904	1055	932	1055
Altura total	mm	1925 +15/-0	1925 +15/-0	1925 +15/-0	1925 +15/-0
Peso	kg	72	75	85	88

Datos de rendimiento del agua sanitaria con potencia térmica útil

Potencia térmica útil de la caldera mural para la producción de A.C.S.	16	18	19	22	24	25	32
Producción continua de A.C.S.							
con una producción de A.C. l/h	390	440	465	540	590	590	590
S. de 10 a 45 °C y una temperatura media de caldera de 78 °C							
Índice de rendimiento η_L Según DIN 4708.							
Volumen del interacumulador							
120 l	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
150 l	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Rendimiento instantáneo durante 10 minutos							
Volumen del interacumulador							
120 l l/10 min	153	153	153	153	153	153	153
150 l l/10 min	173	173	173	173	173	173	173

Indicación

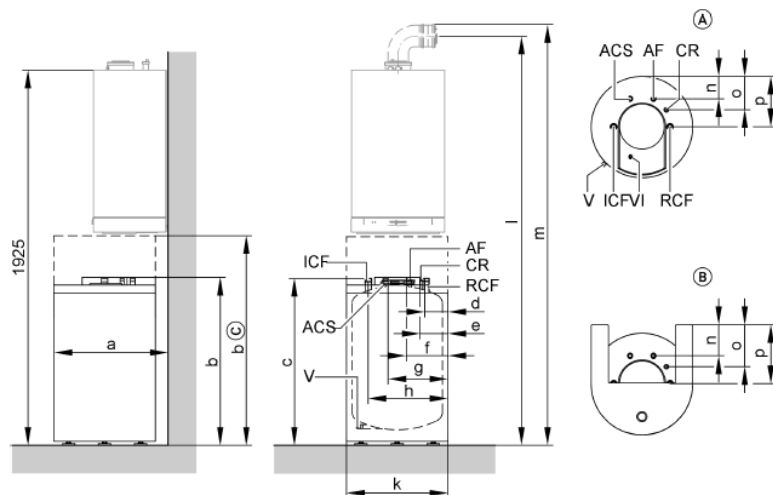
Pérdida de carga del circuito secundario de A.C.S., véase página 15.

*1 Índice normalizado según DIN V 18599.

*2 Inclusive distancia a la pared. Obligatorio en caso de utilizar el grupo de seguridad en combinación con una válvula reductora de presión, recomendable en los demás casos.

Datos técnicos Vitocell 100-W (modelo CUG) (continuación)

Emplazamiento



- (A) Vista desde arriba
(B) Vista desde arriba con revestimiento de tuberías de conexión
(C) Altura con revestimiento de tuberías de conexión
V Vaciado
RCF Retorno de calefacción
- ICF Impulsión de calefacción
AF Agua fría
ACS Agua caliente sanitaria
VI Vaina de inmersión para sonda de temperatura del interacumulador
CR Conducto de recirculación

Vitodens 200-W/300-W

Medida		
l	mm	2079
m	mm	2149

Tabla de dimensiones

Volumen		120 l		150 l	
		Con revestimiento de tuberías de conexión		Con revestimiento de tuberías de conexión	
a	mm	618	623	661	667
b	mm	904	1055	932	1055
c	mm	875	875	902	902
d	mm	122	128	144	150
e	mm	143	149	165	171
f	mm	214	220	235	241
g	mm	339	345	360	366
h	mm	430	436	452	458
k	mm	Ø 553	564	Ø 596	607
n	mm	126	191	148	213
o	mm	183	248	205	270
p	mm	276	341	298	363

Volumen de suministro

Vitocell 100-W, modelo CUG, de 120 y 150 litros de capacidad
Interacumulador de A.C.S. de acero con esmaltado de dos capas Ceraprotect:
■ Aislamiento térmico montado de poliuretano inyectado.
■ Ánodo de protección de magnesio.

- Vaina de inmersión soldada para sonda de temperatura del interacumulador.
- Patas regulables enroscables.
- Color de la chapa revestida de resina epoxi: blanco.

VITOCCELL-W

VIESSMANN 7

5828 307-3 E

1.19.1.1. Intercambiador de placas

Comeval®

Intercambiadores de Calor de Placas - Serie S1

Dimensiones

L = 100 mm. hasta 17 Placas
L = 200 mm. de 21 a 36 Placas
 (Espesor de placa: 0,5 mm)

HUELLAS DE ANCLAJE

DETALLE CONEXIONES
1" BSP

CONEXIONES

F1 ENTRADA 1" BSP

F4 SALIDA 1" BSP

F3 ENTRADA 1" BSP

F2 SALIDA 1" BSP

Tabla de Selección

La siguiente tabla representa una rápida guía de selección del intercambiador adecuado para servicio de producción de A.C.S. y está basada en los parámetros siguientes:

- Primario (I) Caldera: Temperatura 85°C/69°C
- Secundario (II) A.C.S.: Temperatura 15°C/50°C

Tipo	Potencia (Kcal/h)	Caudal-I (m3/h)	ΔP-I (bar)	Caudal-II (m3/h)	ΔP-II (bar)	S (m2)
S1-9TLA	23.000	1,56	0,16	0,66	0,041	0,12
S1-12TLA	35.000	2,38	0,17	1	0,057	0,16
S1-15TLA	46.000	3,13	0,22	1,32	0,053	0,22
S1-17TLA	57.023	3,88	0,246	1,64	0,062	0,25
S1-21TLA	68.000	4,64	0,242	1,95	0,06	0,30
S1-24TLA	79.000	5,39	0,245	2,27	0,06	0,35
S1-28TLA	90.054	6,14	0,25	2,59	0,07	0,45
S1-33TLA	101.000	6,89	0,26	2,9	0,061	0,50
S1-36TLA	112.000	7,64	0,275	3,22	0,067	0,55

CARACTERÍSTICAS:

- Presiones de servicio hasta 16 bar.
- Temperatura de diseño 130°C
- ΔP-I : Pérdida de carga Lado Caldera
- ΔP-II : Pérdida de carga Lado A.C.S.
- S = Superficie en m2

(1) - Unidades utilizadas en la elaboración de esta ficha técnica, a menos que se especificase otras, son: Dimensiones en mm / Pesos en Kgs / Kvs en m3/h / Presión en barg (1 barg = 0.1 Mpa).

(2) - Información relativa a la instalación puesta en marcha y mantenimiento de los equipos se puede obtener solicitándola al Depto. Técnico y/o de Calidad de COMEVAL, S.L.

COMEVAL, S.L. – Depto. Técnico – Copyright 2006, Reservado el derecho de modificación técnica total ó parcial de los datos contenidos en este Volumen Técnico.

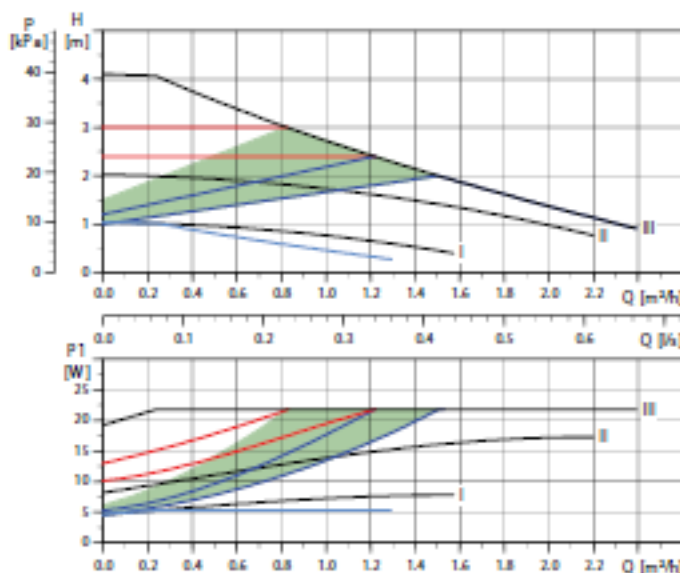
1.20.1.1. Bombas de circulación

Datos técnicos

GRUNDFOS ALPHA2

ALPHA2 15-40, 25-40, 32-40

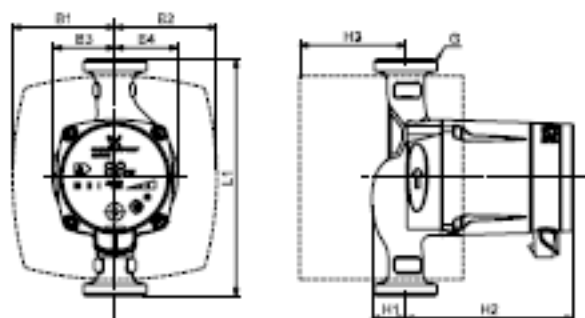
1 x 230 V, 50 Hz



Velocidad	P ₁ [W]	i _{tot} [A]
Mín.	5	0,05
Máx.	22	0,19

La bomba incorpora protección contra sobrecargas.

Conexiones: Consulte la sección "Lista de conexiones y válvulas" en la página 10.
 Presión del sistema: Máx. 1,0 MPa (10 bar).
 Temperatura del líquido: de +2 °C a +110 °C (TF 110).
 Alojamiento de la bomba en acero inoxidable, tipo N (sólo ALPHA2 25-40 N 100).
 También disponible con:



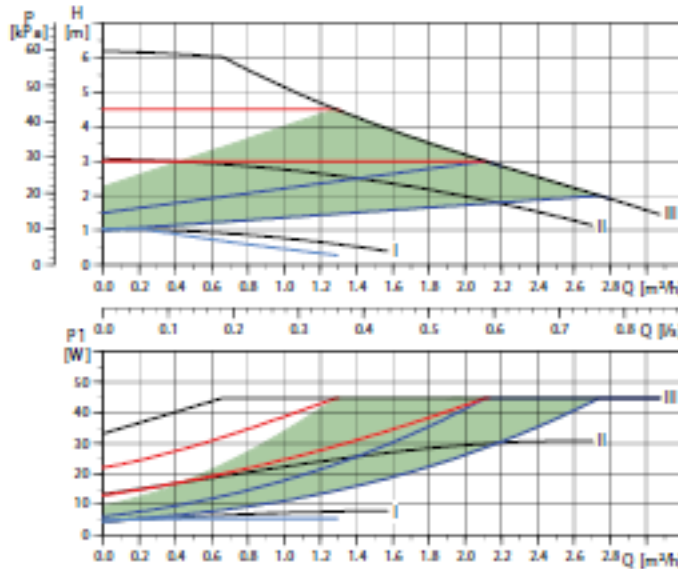
Tipo de bomba	Dimensiones [mm]									Peso [kg]		Volumen [m³]
	L1	B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	G	Neto	Bruto	
ALPHA2 15-40	130	77	70	46	49	27	129	79	1	1,8	2,1	0,00503
ALPHA2 25-40	130	77	70	46	49	27	129	79	1 1/2	1,8	2,1	0,00503
ALPHA2 25-40 (N)	100	76	77	47	46	26	127	81	1 1/2	2,1	2,3	0,00503
ALPHA2 32-40	100	76	77	47	46	26	127	81	2	2,1	2,3	0,00503

GRUNDFOS

13

ALPHA2 15-60, 25-60, 32-60

1 x 230 V, 50 Hz



Velocidad	P_1 [W]	i_{L1} [A]
Mín.	5	0,05
Máx.	45	0,38

La bomba incorpora protección contra sobrecargas.

Conclusion:

Presión del sistema:

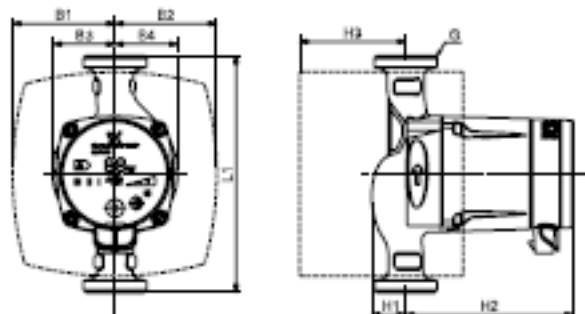
Temperatura del liquido: de +2 °C a +110 °C (TF 110).

También disponible en

Consulte la sección "Kits de conexiones y válvulas" en la página [10](#).

Max. 10 bar.

Alojamiento de la bomba en acero inoxidable, tipo N (ajo ALP10A2 25-00 N 100).



Tipo de bomba	Dimensiones [mm]									Peso [kg]		Volumen [m³]
	L1	B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	G	Neto	Bruto	
ALPHA2 15-60	130	77	70	46	49	27	129	79	1	1,9	2,1	0,00363
ALPHA2 25-60	130	77	70	46	49	27	129	79	1 1/2	1,9	2,1	0,00363
ALPHA2 25-60 (H)	190	79	77	47	49	26	127	81	1 1/2	2,1	2,3	0,00363
ALPHA2 32-60	190	79	77	47	49	26	127	81	2	2,1	2,3	0,00363



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Uponor grupo de impulsión MPG10 sin centralita



Componentes

Código

1048781

Descripción

Uponor grupo de Impulsión MPG10 sin centralita

Aplicación

Grupo de impulsión para instalaciones solo calor.

1



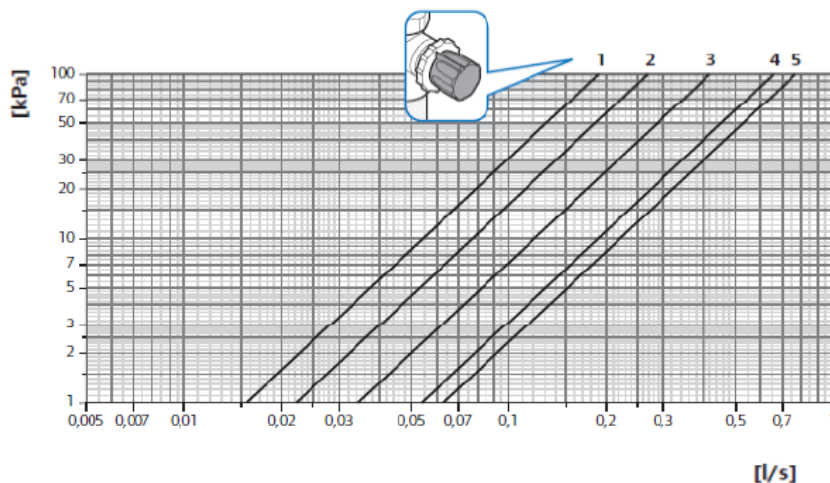
Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Principales ventajas

- Conexión a colectores instalados en pared o interior de caja de colectores.
- Posibilidad de conexión al control de la caldera o a la centralita C46 (calor/refrigeración) junto con el motor para válvula mezcladora 1002356 ó 1002357.
- Válvula mezcladora de 3 vías

Características técnicas

- Motor válvula mezcladora 4,3 kvs
- Bomba de impulsión Clase A (Grundfos Alpha 2L 15-60)
- Caudal: 0,1-2,5 m³/h altura:6-2,4 mca
- Control proporcional de presión
- Válvula de bola + Válvula de equilibrado primario para instalaciones con colectores a derecha o izquierda.
- Conexión secundario G1A (MT)
- Para instalaciones con una potencia calorífica de 3-10 kW Max 90° primario/ Max 60° secundario/ Max 10 bar

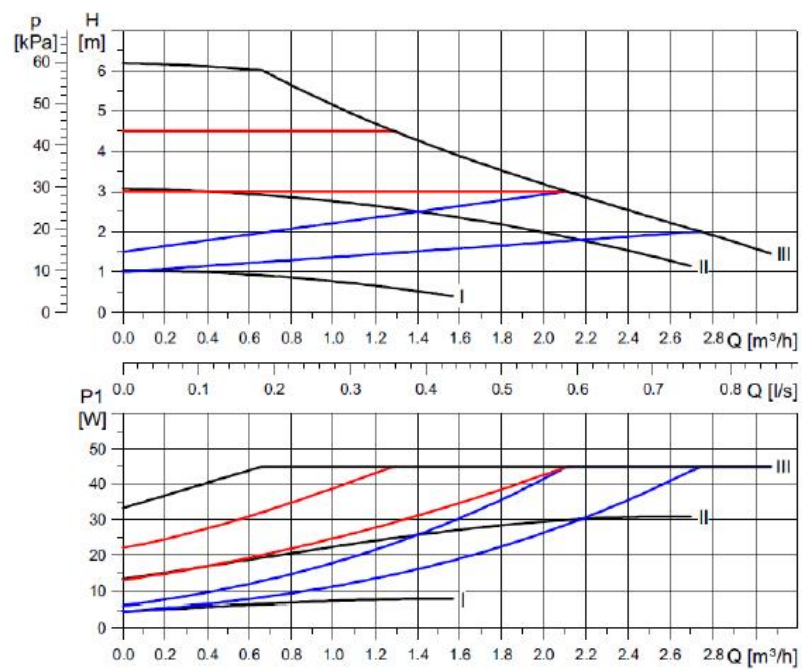


2



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Diagrama de la bomba



1.20.1.2. Caldera

SILENT D CONDENS 30 SI UNIT

Grupo térmico digital de chapa de acero de CONDENSACIÓN para calefacción y ACS instantánea

OTRAS PRESTACIONES

- Gama disponible en 30 kW.
- Con bomba de circulación y vaso de expansión incorporado.

Gran producción de Agua Caliente Sanitaria:
Producción A.C.S. con ΔT 30°C: 14,3 l/min

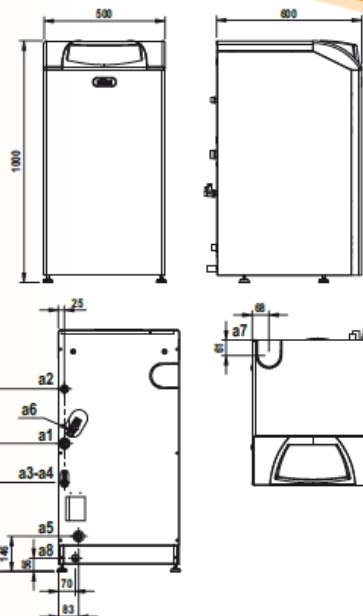
AMPLIAS POSIBILIDADES DE INCORPORAR ELEMENTOS DE REGULACIÓN:

- Ahorros de hasta un 15% adicionales al incorporar la conexión de un Cronocomando y Sonda Externa Ferroli (consultar catálogo general).



PANEL DE MANDOS CON DISPLAY DIGITAL. AMPLIA INFORMACIÓN:

- Presión del circuito.
- Tª de calefacción y A.C.S.
- Indicación de posibles bloqueos de caldera, etc.



DATOS TÉCNICOS SILENT D CONDENS 30 SI UNIT

Potencia nominal útil (50 - 30° C)	(kW)	30
	(Kcal/h)	25.800
Potencia nominal útil (80 - 60° C)	(kW)	28,5
	(Kcal/h)	24.510
Rendimiento útil	100% Pot. Máx (80/60°C)	(%) 97
	100% Pot. Máx (50/30°C)	(%) 102,3
	30% Pot. Máx	(%) 103,7
Clasificación energética según 92/42 CEE		★★★★
Producción A.C.S con ΔT 30°C	(litros/min)	14,3
Volumen vaso expansión calefacción	(litros)	6
Contenido agua caldera	(litros)	49
Conexiones	a1 Ida instalación	Ø (pulg.) 1"
	a2 Salida agua caliente sanitaria	Ø (pulg.) 1/2"
	a3 Válvula de seguridad y antirretorno	Ø (pulg.) 1/2"
	a4 Entrada agua fría	Ø (pulg.) 1/2"
	a5 Retorno instalación	Ø (pulg.) 3/4"
	a6 Válvula de seguridad	Ø (pulg.) 1/2"
	a7 Salida de humos	Ø (mm) 100
	a8 Conexión sifón	
Peso en vacío	(Kg)	115
Código		197000302

CAL 18/12

DISTRIBUIDO POR:

MÁS INFORMACIÓN:

www.ferroli.es
Tfno.: 91 661 23 04
marketing@ferroli.es



1.20.1.3. Vasos de expansión

SERIE CMR



VASOS DE EXPANSIÓN A.C.S.

- Vaso de expansión para instalaciones de agua caliente sanitaria ACS en circuitos abiertos.
- Membrana fija, no recambiable o membrana recambiable según modelo.
- Membrana según DIN 4807 apta para contener agua potable.

- Conexión de agua en Inoxidable AISI 304 o AISI 316.
- Temperatura - 10° C + 100° C.
- Precarga 3 Bar.

Modelos sin patas 8-10 BAR

Peso (Kg.)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R	Euros (€)
					Ø D	H		
0,8	01002012	2 CMR	2	10	110	245	3/4"	
2	01005012	5 CMR	5	10	200	250	3/4"	
2,5	01008012	8 CMR	8	10	200	340	3/4"	
3,2	01011012	11 CMR	11	10	270	310	3/4"	
4	01018012	18 CMR	18	10	270	415	3/4"	
4,5	01025082	24 CMR	24	8	320	430	3/4"	

NUEVO



Modelos con patas 10 BAR

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R	Euros (€)
					Ø D	H		
10	01035249	35 CMR	35	10	360	615	1"	
12	01050249	50 CMR	50	10	360	750	1"	
16	03080239	80 CMR	80	10	450	750	1"	
18	03100039	100 CMR	100	10	450	850	1"	

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R	Euros (€)
					Ø D	H		
38	03150039	150 CMR	150	10	485	1155	1 1/2"	
49	03220039	220 CMR	200	10	485	1400	1 1/2"	
60	03350039	350 CMR	300	10	485	1965	1 1/2"	
90	03500039	500 CMR	500	10	600	2065	1 1/2"	
158	03700039	700 CMR	700	10	700	2145	1 1/2"	



VASOS DE EXPANSIÓN SOLAR

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Vasos de expansión para instalaciones de energía solar en circuito cerrado. - Membrana fija, no recambiable o membrana recambiable según modelo. - Membrana según DIN 4807-3 especial para energía solar, no potable. - Protección anticorrosiva de los materiales en contacto con el agua. - Conexión de agua zincada. | <ul style="list-style-type: none"> - Permite alcanzar punta de temperatura (durante una hora) de hasta 130° C. - Apto para el uso de anticongelantes hasta el 50%. - Precarga 2,5 Bar. - Temperatura - 10° C + 100° C. |
|---|--|

Modelos sin patas 10 BAR

Peso (Kg.)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R	Euros (€)
					Ø D	H		
0,8	02002070	2 SMF	2	10	110	245	3/4"	
2	02005070	5 SMF	5	10	200	250	3/4"	
2,5	02008070	8 SMF	8	10	200	340	3/4"	
3,2	02012070	12 SMF	12	10	270	310	3/4"	
4	02018070	18 SMF	18	10	270	415	3/4"	
4,5	02024070	24 SMF	24	8	320	430	3/4"	

NUEVO



Modelos con patas 10 BAR

Peso (Kg.)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R	Euros (€)
					Ø D	H		
10	01035070	35 SMR-P	35	10	360	615	1"	
12	01050070	50 SMR-P	50	10	360	750	1"	
16	03080070	80 SMR-P	80	10	450	750	1"	
18	03100070	100 SMR-P	100	10	450	850	1"	

Peso (Kg.)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R	Euros (€)
					Ø D	H		
49	03200070	220 SMR	200	10	485	1400	1 1/2"	
60	03300070	350 SMR	300	10	485	1965	1 1/2"	
90	03500070	500 SMR	500	10	600	2065	1 1/2"	
158	03700070	700 SMR	700	10	700	2145	1 1/2"	



1.20.1.4. Suelo radiante



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Tubo Uponor evalPEX en rollo



Componentes

ART	Descripción
1032024	Tubo 9.9x1.1 120m
1032026	Tubo 9.9x1.1 240m
1038488	Tubo 16x1.8 200m
1038492	Tubo 17x2.0 200m
1038495	Tubo 20x1.9 200m
1038498	Tubo 25x2.3 25m
1042614	Tubo 32x2.9 50m
1042615	Tubo 40x3.7 50m
1042616	Tubo 50x4.6 50m
1042617	Tubo 63x5.8 50m
1042618	Tubo 75x6.8 50m
1042619	Tubo 90x8.2 50m

Aplicación

Tubería de polietileno reticulado según el exclusivo método Uponor con barrera antidifusión de oxígeno (EVAL) Etilvinil-Alcohol.



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Principales ventajas

- No es afectada por corrosión ni erosión: no se reduce el diámetro interior.
- Larga duración, resistencia al desgaste.
- No es afectada por aguas de bajo Ph.
- Sistema silencioso libre de ruidos de agua.
- Soporta altas temperaturas y presiones.
- No se reblandece a alta temperatura ambiental.
- Marcado de toda la información en la tubería.
- Estanqueidad al oxígeno. Incremento de la vida de la instalación.
- No se ve afectada por alta velocidades de agua.
- Larga duración, resistencia al desgaste.
- Muy baja rugosidad (bajo coeficiente de fricción).
- Bajo peso.

Características Técnicas

- No conductor de la electricidad
- Resistencia específica interna (20°C) 10-15
- Constante dieléctrica (20°C) 2.3
- Factor pérdida dieléctricas (20°C/50HZ) 10^{-3}
- Ruptura del dieléctrico (20°C)
- Tiene una alta resistencia química.
- No desprende sustancias perniciosas.
- Se debe evitar la radiación ultra violeta.

Diámetro	Curva en caliente	Curva en frío
16	35	35
20	45	90
25	55	125



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

El tubo ha sido fabricado conforme a la normativa DIN 4726 y la cinta de adhesión se une al tubo en espiral alrededor de los tubos.

Los circuitos se fijan fácilmente, para ello solo es necesario presionar ligeramente la tubería sobre la fi na película de fibras que recubren el panel de aislamiento.

La tubería cumple la norma UNE EN ISO 15875. **Barrera antidifusión de oxígeno según norma EN 1264-4**

Propiedades Mecánicas

El tubo Uponor evalPEX posee propiedades mecánicas extraordinarias. La estructura del material y su acabado superficial garantizan unas mínimas pérdidas por fricción. Esto tiene como consecuencias pequeñas pérdidas de carga en las tuberías y bajas resistencia. Posee gran flexibilidad, elasticidad, pequeña contracción, buena estabilidad dimensional, relajamiento limitado y baja transmisión acústica. Su resistencia a los impactos se mantiene constante, incluso a temperaturas inferiores a -100°C.

Propiedades Térmicas

Las tuberías son insensibles a la humedad o al agua a alta temperatura.

Propiedad	Valor	Unidad
Conductividad térmica	0.35	W/m°C
Coef. Lineal de expansión	20°C: 1.4.10 ⁻⁴	M/m°C
100°C: 2.0.10 ⁻⁴		
Temperatura de reblandecimiento	133	°C
Temperatura de trabajo	-100 a 110	°C
Calor específico 2.3	KJ/Kg°C	



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Unidad Base Evolution C56 Radio Control System

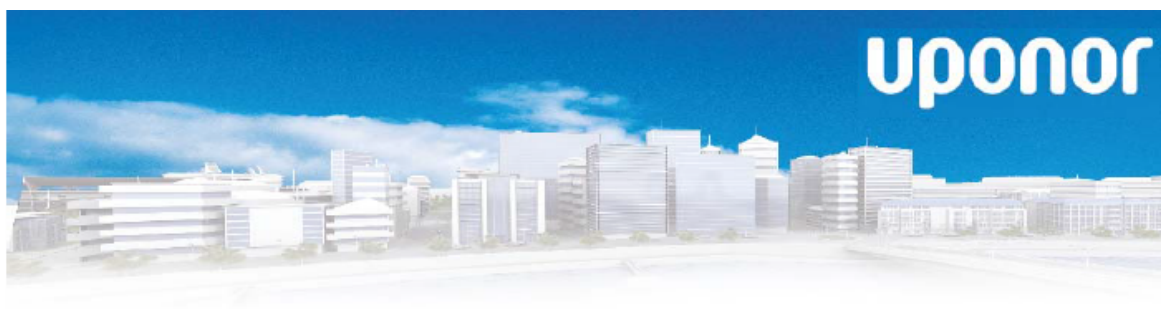


Componentes

Código	Descripción
1046082	Unidad Base Evolution C56 Radio Control System

Aplicación

Unidad de control termostático hasta 12 termostatos radio y 14 cabezales electrotérmicos 24 V.




Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Principales ventajas

- Puede conectarse a 2 unidades base adicionales, para controlar 42 cabezales electotérmicos.
- Incluye antena.

Características técnicas

- Marca CE
- Pruebas de baja tensión EN 60730-1* y EN 60730-2-1**
- Pruebas EMC EN 60730-1 y EN 301-489-3
- Pruebas ERM EN 300220-3
- Alimentación 230 V CA +10/-15%, 50 Hz
- Temperatura de funcionamiento 0°C a +55 °C
- Temperatura de almacenamiento -20 °C a +70 °C
- Consumo máx 70W
- Salida relé de bomba 230 V CA +10/-15%, 250 v CA 2 uA máx
- Entrada de calefacción/refrigeración Sólo contacto seco
- Salidas de válvula 24 v cc +/-10% 436 mA max. para salidas 1y 2
24 v cc +/-10% 218 mA máx para salidas 3 a 12
- Conexión de alimentación 1m de cable con euroconector
- Conexión de bomba cables de 1.5 mm2 max.
- Conexión de calefacción/refrigeración cables de 1.5 mm2 máx.

Puede utilizarse en toda Europa  0682

Declaración de conformidad:

Por la presente declaramos bajo nuestra propia responsabilidad que los productos a los que se refieren estas instrucciones cumplen con todos los requisitos esenciales dispuestos en la directiva 1999/5/CE sobre Equipos Radioeléctricos y Equipos Terminales de Telecomunicación de marzo de 1999.



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Uponor Termostato Premium Radio Control system



Componentes

Código	Descripción
1000502	Uponor Termostato Premium Radio Control System Blanco
1000504	Uponor Termostato Premium Radio Control System Plata
1046114	Uponor Termostato Premium Radio Control System Gris

Aplicaciones

-Para el control de la temperatura en las diferentes estancias



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Características técnicas

- Marca CE
- Pruebas de baja tensión EN 60730-1* y EN 60730-2-9***
- Pruebas EMC (Requisitos de compatibilidad electromagnética) EN 60730-1 y EN 301-489-3
- Pruebas ERM (Cuestiones de compatibilidad electromagnética y de espectro de radio) EN 300 220-3
- Aprobación y certificación Konnex (KNX)
- Alimentación: dos pilas alcalinas AAA 1,5V
- voltaje: 2,2V a 3,6V
- Temperatura de funcionamiento: 0°C a +45 °C
- Temperatura de almacenamiento: -10 °C a +65°C
- frecuencia de radio: 868.3 MHz
- Ciclo de trabajo del transmisor: 1%

Medida de los elementos



122x65x16 mm

1.20.1.5. Ordenador de monitorización

MOEE^C serie RS

La serie RS de MOEE representa un aumento de prestaciones respecto al equipo básico, con puertos RS-232 y RS-485 adicionales en su embornado trasero, con varias configuraciones disponibles. Como en toda la gama MOEE, se mantiene la larga duración del equipo y la protección anti-ataques en unas reducidas dimensiones (154x104x54 milímetros).



- 1 Los equipos de la serie RS son los ordenadores adecuados para trabajar e integrarse con otros equipos que basen su sistema de comunicaciones en los protocolos RS-232/485.
- 2 El sistema embebido hace de éstos unos equipos resistentes ante la manipulación no deseada y los ataques informáticos, reduciendo así el mantenimiento requerido.
- 3 La electrónica industrial que compone a toda la gama MOEE garantiza una larga duración para un uso permanente (24h/día, 365 días/año) del equipo.
- 4 Gracias a su modularidad, la serie RS alberga la posibilidad de realizar diversas configuraciones de puertos RS-232 y RS-485. Asimismo, es posible ampliar a posteriori sus conexiones si las circunstancias lo requieren, añadiendo distintos tipos de conectividad (GSM/3G/WiFi/WiMAX/PPP), enrutamiento de redes, salidas de diferentes tensiones y otras novedades tecnológicas.
- 5 Y, por supuesto, como todos los equipos de PHERCAB, lleva incluido el software de gestión e integración MOEEDaemon, al que se le pueden añadir funcionalidades según el uso que se le vaya a dar.

Características técnicas

CPU	Intel® Atom™ Z510	Intel® Atom™ Z530
Velocidad de reloj	1.1 GHz	1.6 GHz
Núcleos / Tareas	1 / 1	1 / 2
Caché L2	512 KB	512 KB
Velocidad de bus frontal	400 MHz	533 MHz
TDP máximo	2 W	2.5 W
CHIPSET		GRÁFICOS
Intel® SCH US15W		Intel® GMA 500
MEMORIA		ALMACENAMIENTO
Hasta 1 GB – DDR2		Hasta 8 GB – SSD
SISTEMA OPERATIVO		
Windows® Embedded		

PHERCAB, S.L.
Tel: (+34) 915523187
Fax: (+34) 915018375
Dulce Nombre de María, 5 – 28038 – Madrid

PHERCAB
INNOVACIÓN Y SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

www.phercab.com

v2.0 - 03/04 /2013

MOEE^C serie RS

CONDICIONES AMBIENTALES

Rango de temperatura 0–60 °C Posibilidad de rango extendido -40 – +85 °C

CONECTIVIDAD GENERAL

1 x RJ45	4 x USB + 1 Interno
1 x Puerto RS-232 (DB-9)	1 x VGA
1 x Entrada Micrófono	1 x Salida Altavoces 2.1

MODELOS Y CONFIGURACIONES

	Puertos RS-232	Puertos RS-485	
MOEE RS-2244	2	2	Los puertos adicionales son instalados en el embornado trasero de los equipos.
MOEE RS-4444	0	4	

Todos los equipos MOEE disponen de un puerto RS-232 en su panel frontal, no contabilizado en la presente tabla.

CONFIGURACIONES ESPECIALES

	Puertos RS-232	Bus adicional	
MOEE RS-2C	1	CAN	Si necesita alguna configuración específica para su aplicación, consulte con el personal técnico de PHERCAB. En la tabla se muestran algunas posibilidades.
MOEE RS-2S	1	SPI	
MOEE RS-2I	1	I ² C	
MOEE RS-2P	1	Paralelo	

PHERCAB, S.L.
Tel: (+34) 915523187
Fax: (+34) 915018375

Dulce Nombre de María, 5 – 28038 – Madrid



V2.0 - 03/04/2013

1.20.1.6. Dispositivo de entradas y salidas



Products for USB Sensing and Control

1018_2 - PhidgetInterfaceKit 8/8/8



Product Description

Analog Inputs

The Analog Inputs are used to measure continuous quantities, such as temperature, humidity, position, pressure, etc. Phidgets offers a wide variety of sensors that can be plugged directly into the board using the cable included with the sensor.

Sampling rates can be set at 1ms, 2ms, 4ms, 8ms and multiple of 8ms up to 1000ms.

Digital Inputs

The Digital Inputs have a Digital Input Hardware Filter to eliminate false triggering from electrical noise. They can be used to convey the state of devices such as push buttons, limit switches, relays, and logic levels.

Digital Outputs

The Digital Outputs can be used to drive LEDs, solid state relays (such as the 3052 SSR Relay Board), transistors; in fact, anything that will accept a CMOS signal.

Product Features

- 8 Analog Inputs with configurable data acquisition rates
- 8 Digital Inputs with hardware noise filtering
- 8 Digital Outputs
- 5V terminal block besides Analog Input 7 and Digital Output 7
- Connects directly to a computer's USB port

Product Specifications

Board

API Object Name	InterfaceKit
USB Voltage Min	4.6 V DC
USB Voltage Max	5.5 V DC
Current Consumption Min	13 mA
Current Consumption Max	500 mA
Available External Current	487 mA
Recommended Wire Size	16 - 26 AWG
USB Speed	Full Speed
Operating Temperature Min	0 °C
Operating Temperature Max	70 °C

Analog Inputs

Number of Analog Inputs	8
Analog Input Resolution	10 bit
Input Impedance	900 k Ω
Analog Input Voltage Min	0 V DC
Analog Input Voltage Max	5 V DC
5V Reference Error Max	0.5 %
Analog Input Update Rate Min	1 samples/s
Analog Input Update Rate Max (4 Channels)	1000 samples/s
Analog Input Update Rate Max (8 Channels)	500 samples/s
Analog Input Update Rate Max (WebService)	62.5 samples/s

Digital Inputs

Number of Digital Inputs	8
PullUp Resistance	15 k Ω
Low Voltage Max (True)	900 mV DC
High Voltage Min (False)	4.2 V DC
Low Voltage Trigger Length Min	4 ms
High Voltage Trigger Length Min	15 ms
Digital Input Voltage Max	\pm 15 V DC
Digital Input Update Rate	125 samples/s

Digital Outputs

Number of Digital Outputs	8
Series Resistance	300 Ω
Digital Output Current Max	16 mA
Digital Output Voltage Min	0 V DC
Digital Output Voltage Max	5 V DC

www.phidgets.com/products.php?product_id=1018_2



Products for USB Sensing and Control

1132_0 - 4-20mA Adapter



Product Description

The 4-20mA Sensors can be connected to and powered by the provided terminals on the 4-20mA Adapter board. The 1132 will measure the current passing through the attached sensor and convert it to a voltage, where it can be displayed as a SensorValue by a Phidget Interface board.

The 4-20 mA Adapter board internally produces +15V from the Phidget InterfaceKit's input analog voltages which is used to power the connected sensor, eliminating the need for an external power supply.

If the Adapter board is being used in very noisy environments, place a ferrite bead on the sensor current loop close to where it is attached to the 1132.

Product Features

- Used to interface 4-20 mA sensors to an Analog Input
- Produces 15 Volts to power sensors
- Can interface sensors with very long wires
- Connects to [any device with an Analog Input](#).

Product Specifications

Sensor Properties

Sensor Output Type	Non-Ratiometric
--------------------	-----------------

Electrical Properties

Output Impedance	1 kΩ
Available External Voltage	15 V DC
Current Consumption Min	1,8 mA
Current Consumption (4mA Load)	18,4 mA
Current Consumption (22mA Load)	130 mA
Inrush Current Max (Hot Plug)	160 mA
Supply Voltage Min	4,8 V DC
Supply Voltage Max	5,3 V DC
Capacitive Load Max	1,5 μF
Measurement Error Max	± 1,2 %

Physical Properties

Recommended Wire Size	12 - 24 AWG
Operating Temperature Min	-40 °C
Operating Temperature Max	85 °C

www.phidgets.com/products.php?product_id=1132_0

1.20.1.7. Sensores de temperatura



Duct, Immersion & High Temp. Sensors



Features:

- Weatherproof Housing
- Wide range of sensing element types
- Stainless steel probe
- Optional probe lengths, 65, 150 & 250mm (2.56, 5.91, 9.84")

Benefits:

- Hinged lid with the facility of tamper proofing
- Uniformity of sensors with other Sontay products

Technical Overview

This range of temperature sensors are used to detect air temperature in ducts (TT-322) and liquid temperature in pipes (TT-341 & TT-342). Units contain either a high quality thermistor, Nickel or Platinum sensing element.

Duct sensors are supplied with a neoprene gasket to ensure a good seal between the sensor and the duct. A flange plate is available for adjustment of penetration depth (order as TT-DFP).

Immersion sensors are for direct mounting into the TT-PO range of stainless steel pockets. The TT-342 can also be used to measure high temperatures in duct above 90°C (194°F) using the optional TT-DFP duct flange plate.

The -CVO active output option combines 4 pre-set ranges and selectable output mode, customised output range scaling enabling a choice of outputs and ranges on one unit.

www.omniinstruments.co.uk

Specification:

Output types:	
Passive	Resistive
Active (selectable)	Current 4-20mA or Voltage 0-10Vdc
Accuracy:	
Thermistor	±0.2°C 0 to 70°C (32 to 158°F)
PT100a	±0.2°C @ 25°C (77°F)
PT1000a	±0.2°C @ 25°C (77°F)
NI1000	±0.4°C @ 0°C (32°F)
-CVO	±0.4°C @ 25°C (77°F)
Probe (TT-322 & TT341):	
Material	Stainless steel
Dimensions	65, 150, 250mm x 6mm dia. (2.56, 5.91, 9.84" x 0.24" dia.)
Probe (TT-342):	
Material	Stainless steel
Dimensions	150, 250mm x 6mm dia. (5.91, 9.84" x 0.24" dia.)
Cable length	1 Meter (3.28ft)
Terminal head	53 x 49mm dia. (2.09 x 1.93" dia.)
Housing:	
Material	ABS (flame retardant type VO)
Dimensions	75 x 70 x 50mm (2.91 x 2.76 x 1.97")
Protection:	
Snap-shut lid	IP54
	IP65 (see page 3 note 6)
Ambient range	-10 to +90°C (14 to 194°F)
Weights:	
TT-322	160g (0.35lb)
TT-341	160g (0.35lb)
TT-342	340g (0.75lb)
Country of origin	UK



The TT-xxx-CVO products referred to in this data sheet meet the requirements of EU Directive 2004/108/E

Part Codes:

TT-322 Duct Sensor

TT-341 Immersion Sensor

TT-342 High Temperature Immersion Sensor

Sensing Element (add type to above code)

Passive output:

-A	(10K3A1) Trend, Cylon, Distech *
-B	(10K4A1) Andover, Delta Controls *
-C	(20K6A1) Honeywell *
-D	(PT100a) Serck
-E	(PT1000a) Cylon
-F	(NI1000a) Sauter *
-G	(Ni1000a/TCR(LAN1)) Siemens *
-H	(SAT1) Satchwell *
-K	(STA1) Landis & Staefa *
-L	(TAC1) TAC *
-M	(2.2K3A1) Johnson Controls *
-N	(3K3A1) Alerton *
-P	(30K6A1) Drayton *
-Q	(50K6A1) Ambiflex *
-R	(100K6A1) York >40°C *
-S	(SAT2) Satchwell *
-T	(SAT3) Satchwell *
-W	(SIE1) Siebe *
-Y	(STA2) Landis & Staefa* / †
-Z	(10K NTC) Carel *

Active output:

-CVO	4-20mA/0-10Vdc selectable output
-CVO-C	4-20mA/0-10Vdc selectable output with custom temp. scaling

Suffix (at extra cost):

-65	65mm Probe length *
-250	250mm Probe length

Accessory

TT-DFP Duct penetration adjustment flange plate

Notes:

† Not available on the TT-341

* Not available on the TT-342

1.20.1.8. Sensores de caudal

MAG 910 ELECTROMAGNETIC FLOWMETER



Pipe mechanical dimensions	
Inner size DN [mm]	Length L [mm]
10 – 100	200
125 – 150	300
200 – 250	400
300 – 500	500
600	600
700	700
800	800

Main Features:

- Range of diameter 10 to 800 mm
- Compact and remote version with protection IP67, optionally IP68
- Mounting of electronic unit in two directions
- Power supply voltage 95 to 250 VAC or 24VACDC, 50/60 Hz
- Non-touch basic manual control with magnetic pointer
- Programmable datalogger as standard
- Remote control RS-485
- Dosing feature with several type of digital/analogue outputs
- Pipe and electronic self diagnostics

Application:

- Water and Wastewater Measurement
- Chemical industry (acids, alkaline solutions)

Inductive flow meter M-910 is an instrument designed for measuring and indicating flow and total volume of conductive liquids. The flowmeter M-910 records both positive and negative flows. As there are no moving parts in the flow profile the device can be used to measure extremely dirty liquids containing solids. The flowmeter is for use with conductive liquids only.

Range of applications. The inductive flow meter M-910 has been designed for use in all process industries including chemical, water and wastewater.

Features. The inductive flow meter M-910 is a highly accurate and stable device. The construction of the M-910 indicator uses components with a long-term time and temperature stability. Configuration data is backed up and can be recovered after a power failure. The back-up structure enables data recovery in case of a partial loss of data (as a result of e.g. high level electrostatic discharge or noisy power supplies). Internal CPU provides all functions usually built in electronic flow meters, incl. low flow rate correction, frequency response setting, bandwidth of sensitivity setting at low flow rates, etc.

Inputs / Outputs. Flow meter M-910 is equipped with six isolated outputs and one isolated input as standard. Digital outputs (frequency, pulse and relays) and input are user configurable. Current output 4-20 mA can be used as passive or active type. RS232 and RS485 outputs are available for communication.



UK / Europe Office
Tel: +44 (0)8700 434040
Fax: +44 (0)8700 434045
info@omniinstruments.co.uk
www.omniinstruments.co.uk

Australia / Asia Pacific Office
Tel +61 (0)282 442 363
Fax +61 (0)294 751 278
info@omniinstruments.com.au
www.omniinstruments.com.au

USA / Canada Office
Tel +1-866-849-3441
Fax +1-866-628-8055
info@omniinstruments.net
www.omniinstruments.net

MAG 910 ELECTROMAGNETIC FLOWMETER

Technical data :

Nominal size	DN10 to DN800
Nominal pressure	PN10 to PN25 (depending on diameter)
Flow range	0.1 to 10 m/s (0.02 to 5000 l/s)
Accuracy	0.5 % (0.5 to 10 m/s) of reading value 1 % (0.1 to 0.5 m/s) of reading value
Maximal medium temperature	70°C (154°F) for rubber liner 130°C (200°F) for PTFE liner in remote version
Ambient temperature	-20 to 70 °C (-4 to 154°F)
Power supply	<ul style="list-style-type: none"> 115/230V (+10%, -20%), 50/60Hz, auto selectable 24V DC/50/60Hz as option
Power consumption	10 VA
Liner	<ul style="list-style-type: none"> hard rubber PTFE
Electrodes	<ul style="list-style-type: none"> CrNi (stainless) steel 1.4571 Hastelloy C276
Measuring tube	Stainless steel 1.4201, dimensions according to DIN 17457
Flange	Steel 1.0402 or higher Dimensions according to DIN 2501 (BS 4504), ANSI B16.5
Protection category	IP67, optionally IP68
Outputs	<ul style="list-style-type: none"> Frequency 0 to 12 kHz with programmable flowrate and function Pulse 0 to 50 Hz with programmable volume, function and pulse width Relay contacts 100V/0.5A with programmable function Current loop 4 to 20 mA with programmable flowrate and function
Input	Digital input with programmable function
Communication	RS485, RS232
Displayed values	<ul style="list-style-type: none"> Flowrate (m3/h, l/s, US.Gal/min, user) Volume (m3, l, US.Gal, user) Positive, total, negative and auxiliary (clearable, daily) volume
Control	<ul style="list-style-type: none"> Keyboard Magnetic pointer RS232 and RS485
Low-flow cutoff	Programmable value
Time constant	Settable in range 1 to 20 s
Other features	<ul style="list-style-type: none"> Test of excitation coils, status of pipe line and electronic unit Diagnostic of internal temperature and power supply voltages Real time circuit for datalogging Datalogger memory up to 1000 values (programmable sample rate) Registration of min. and max. flowrate including date and time LVD (safety) according to EN 61010-1, EN61010-1/A2
Conformity requirements	<ul style="list-style-type: none"> PED according to directive 97/23/EC EMC according to EN 61000 part 3-2, 3-3, EN 61000 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-8, 4-11, EN 61000 part 6-2, EN 50081-1



UK / Europe Office
Tel: +44 (0)8700 434040
Fax: +44 (0)8700 434045
info@omniinstruments.co.uk
www.omniinstruments.co.uk

Australia / Asia Pacific Office
Tel +61 (0)282 442 363
Fax +61 (0)294 751 278
info@omniinstruments.com.au
www.omniinstruments.com.au

USA / Canada Office
Tel +1-866-849-3441
Fax +1-866-628-8055
info@omniinstruments.net
www.omniinstruments.net

1.20.1.9. Estación meteorológica

WS501-UMB – Temperature, Relative Humidity, Radiation, Air Pressure, Wind, Electronic Compass

From the WS product family of professional intelligent measurement transducers with digital interface for environmental applications.

Integrated design with ventilated radiation protection for measuring:

- Air temperature
- Relative humidity
- Air pressure
- Wind direction
- Wind speed
- Solar Radiation

Relative humidity is measured by means of a capacitive sensor element; a precision NTC measuring element is used to measure air temperature.

The world renowned technology of Kipp+Zonen CMP3 is integrated.

Ultrasonic sensor technology is used to take wind measurements.

Measurement output can be accessed by the following protocols:
ASCII, UMB, SDI12, MODBUS

All in One

Aspirated temperature/ humidity measurement

Maintenance-free operation

Open communication protocol:

- ASCII
- UMB
- SDI12
- MODBUS
- Analogue outputs in combination with 8160.UDAC



UK / Europe Office
Tel: +44 (0)845 9000 601
Fax: +44 (0)845 9000 602
info@omniinstruments.co.uk
www.omniinstruments.co.uk

WS501-UMB Compact Weather Station			Order No.
WS501-UMB EU, USA, Canada			8375.U01
Technical Data	Dimensions	Ø approx. 150mm, height 345mm	
	Weight	approx. 2.2 kg	
	Principle	NTC	
	Measuring range	-50 ... 60 °C	
Temperature	Accuracy	±0.2 °C (-20 °C ... +50 °C), otherwise ±0.5 °C (> -30 °C)	
	Principle	Capacitive	
	Measuring range	0 ... 100 % RH	
	Accuracy	±2 % RH	
Relative humidity	Response time (95%)	18s	
	Non-stability (change/year)	±1 %	
	Non-linearity (0 to 1,000 W/m²)	±2.5 %	
	Directional error (at 80 ° with 1,000 W/m²)	±20 W/m²	
Radiation	Temperature dependence of sensitivity	±5 % (-10 to +40 °C)	
	Tilt error (at 1000 W/m²)	±3 %	
	Spectral range (50% points)	300 to 2,800 nm	
	Typical signal output for atmospheric applications	0 ... 20mV	
Air pressure	Operating temperature	-40 ... 80 °C	
	Maximum irradiance	1,500 W/m²	
	Principle	MEMS capacitive	
	Measuring range	300 ... 1200 hPa	
Wind direction	Accuracy	±1.5 hPa	
	Principle	Ultrasonic	
	Measuring range	0 ... 359.9 °	
	Accuracy	±3 °	
Wind speed	Principle	Ultrasonic	
	Measuring range	0 ... 60 m/s	
	Accuracy	± 0.3 m/s or ±3 % (0 ... 35 m/s)	
	Heating	40 VA at 24VDC	
General Information	Protection type housing	IP66	
	Interface	RS485, 2-wire, half-duplex	
	Operating power consumption	24VDC +/-10% <4VA (without heating)	
	Operating humidity range	0 ... 100 %	
Accessories	Operating temperature range	-50 ... 60 °C	
	Surge protection		
	Power supply 24V/4A		
	UMB Interface converter ISOCON		
Digital-analog-converter			8160.UDAC



1.20.1.10. Módulo para domótica Suelo Radiante



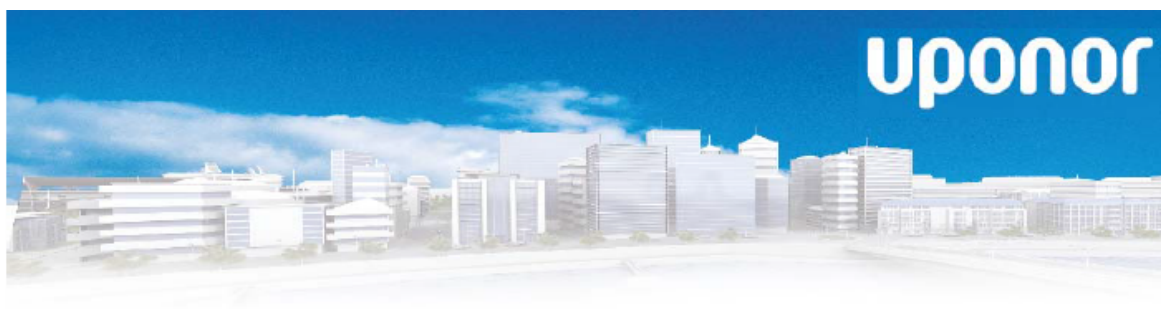
Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Uponor Módulo para Domótica Media Coupler TR 131



Componentes

Código	Descripción
1045571	Uponor Módulo para Domótica Media Coupler TR 131



Aplicaciones de Climatización Invisible Uponor

Aplicación

-Para la integración y monitorización de los sistemas de climatización Invisible en edificios o viviendas
Diseñadas para automatizar y controlar de forma centralizada los sistemas eléctricos y electrónicos vía Web, basándose en el protocolo internacional KNX.

Principales ventajas

- Lectura de la temperatura de las habitaciones.
- Cambio entre el modo frío y calor.
- Cambio al modo Eco.
- Modificación de la temperatura de consigna.
- Chequeo de las alarmas de funcionamiento incorrecto.
- Encendido y apagado de la función de autoequilibrado de los circuitos.
- Chequeo de la asignación correcta de los termostatos.
- Acceso web a través del sistema domótico.

Características técnicas

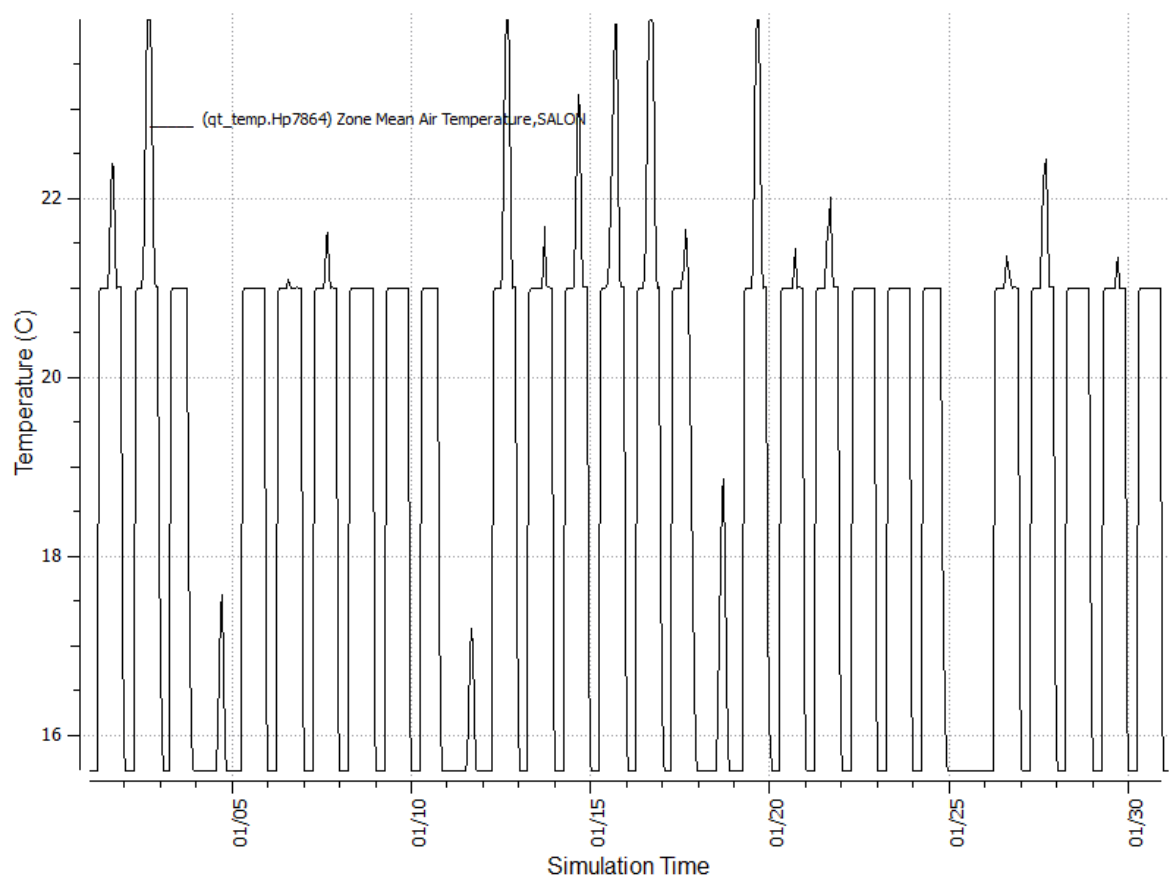
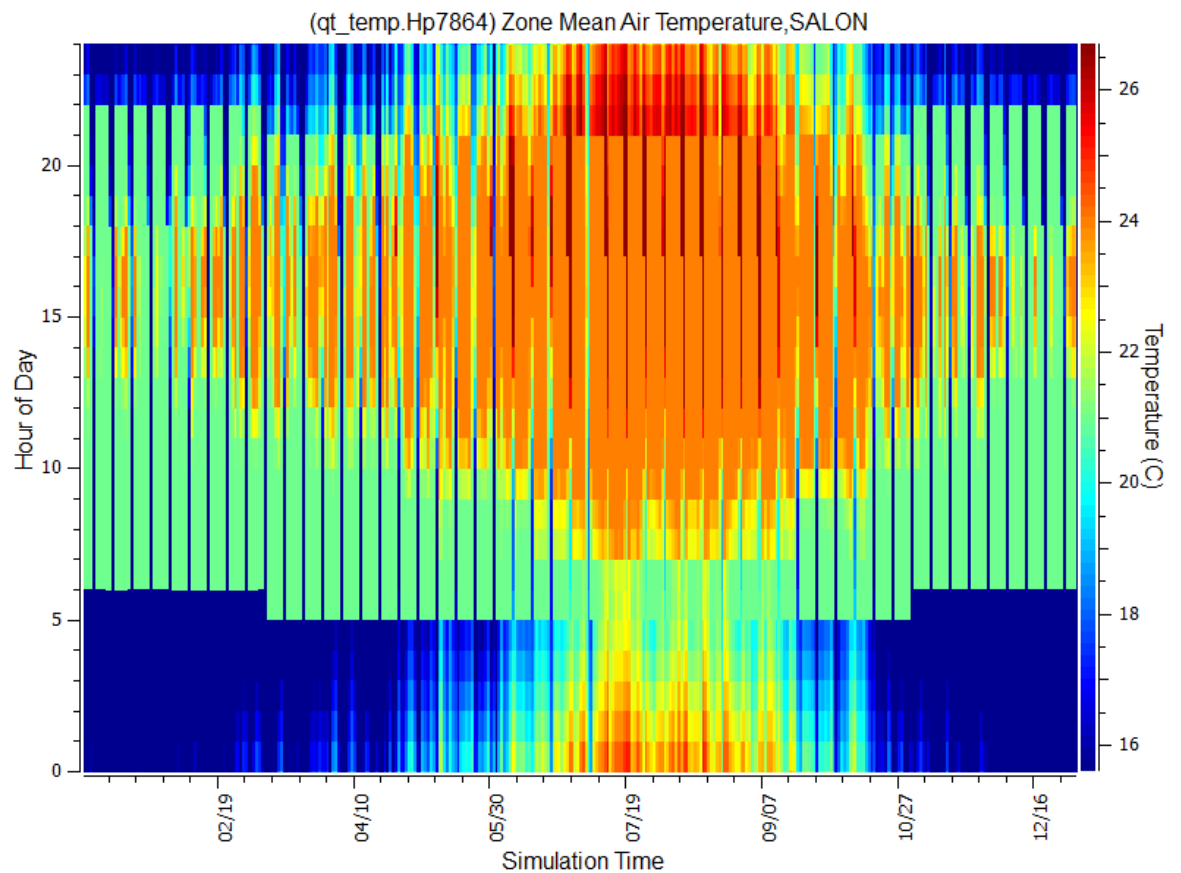
- Protección eléctrica: Clase II – P 30
- Alimentación 230V AC + 10/-15%, 50 Hz
- Frecuencia: 868.3 MHz

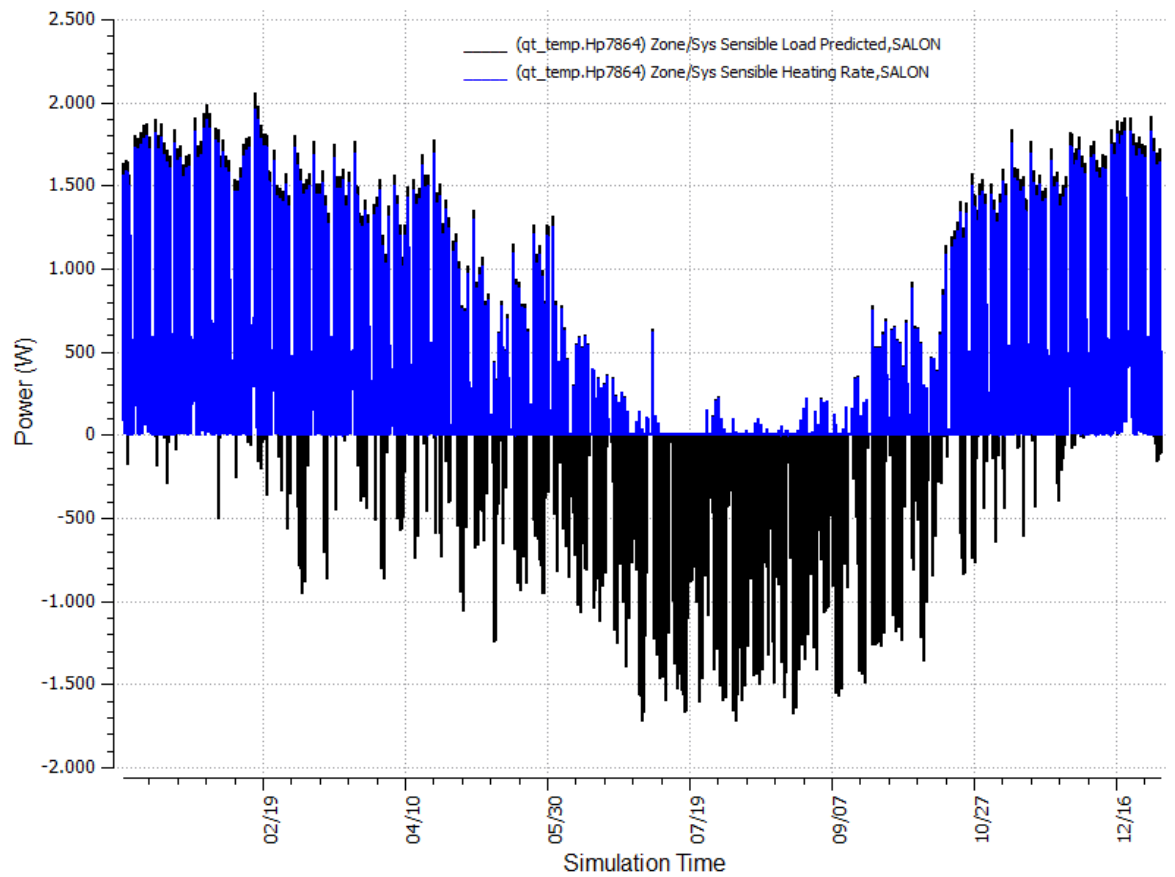
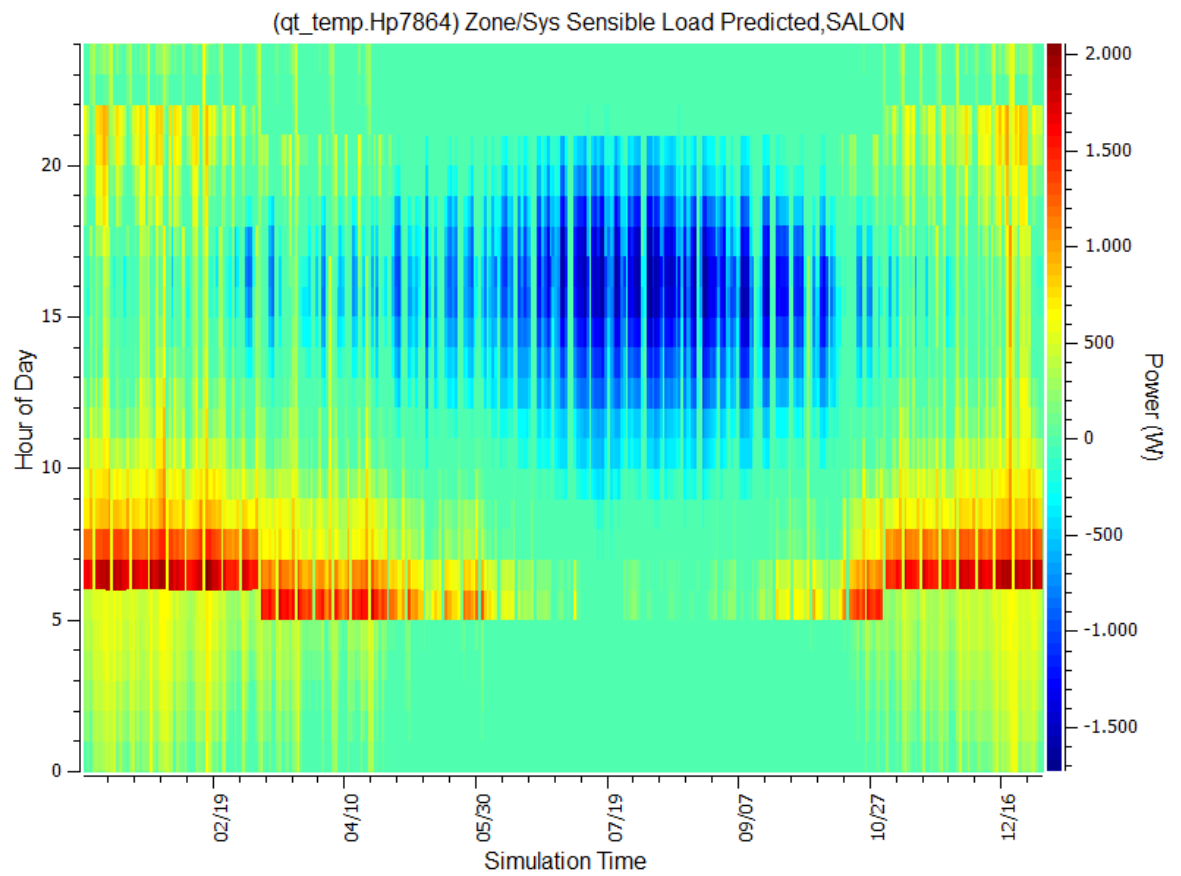
Condiciones de operación y almacenamiento

- Rango T (°C) de funcionamiento: 0°C a +45°C
- Rango T (°C) de almacenamiento: -20°C a +70°C
- Normativa: EN 300220 3, En 301489 1, En 301489 3 NF, EN 60950

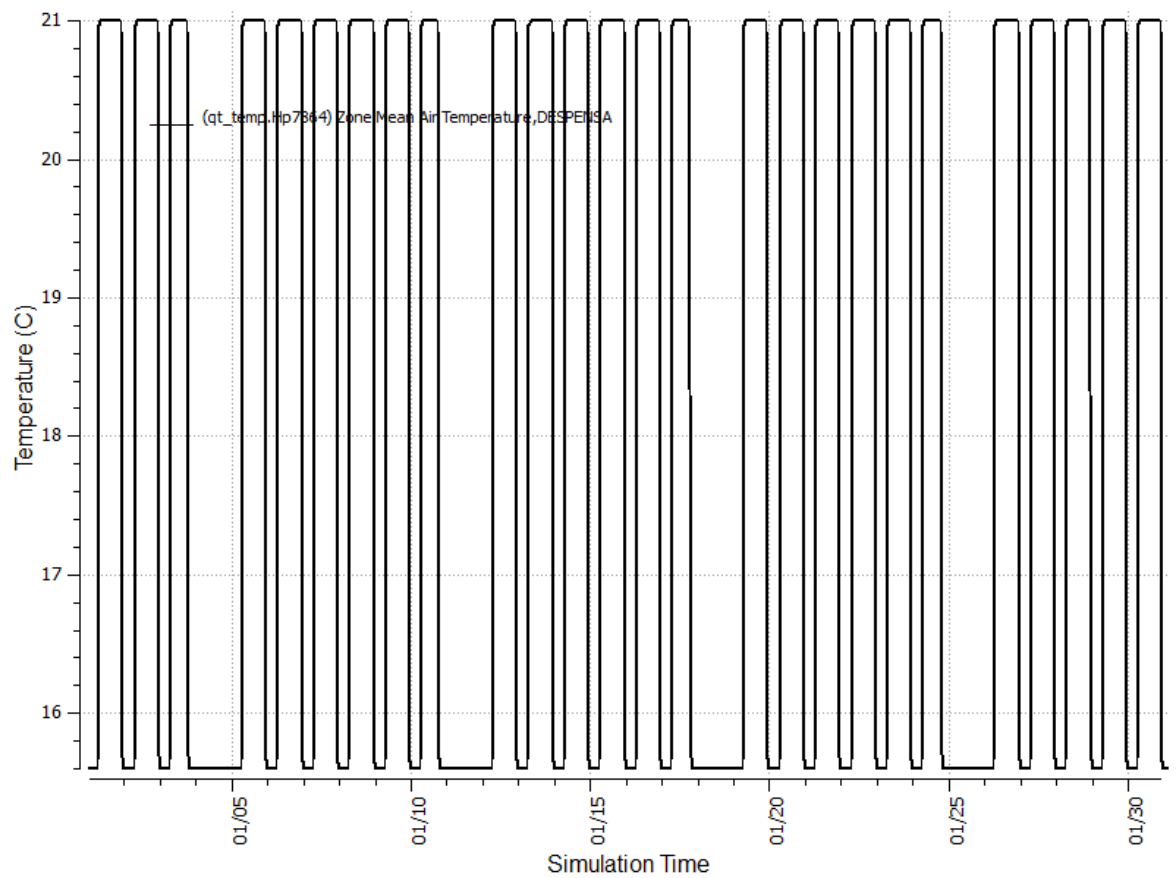
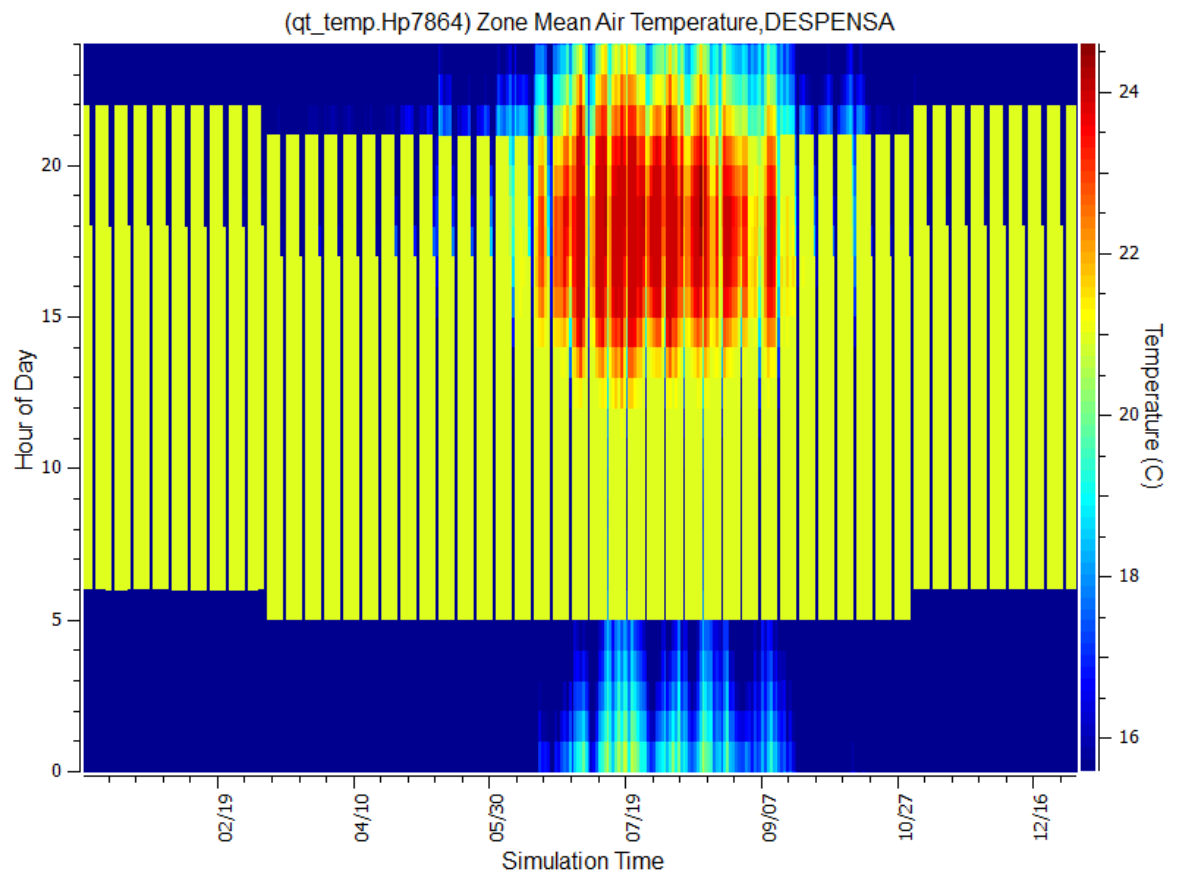
1.20.2. ANEXO III. GRÁFICAS OBTENIDAS CON OPENSTUDIO

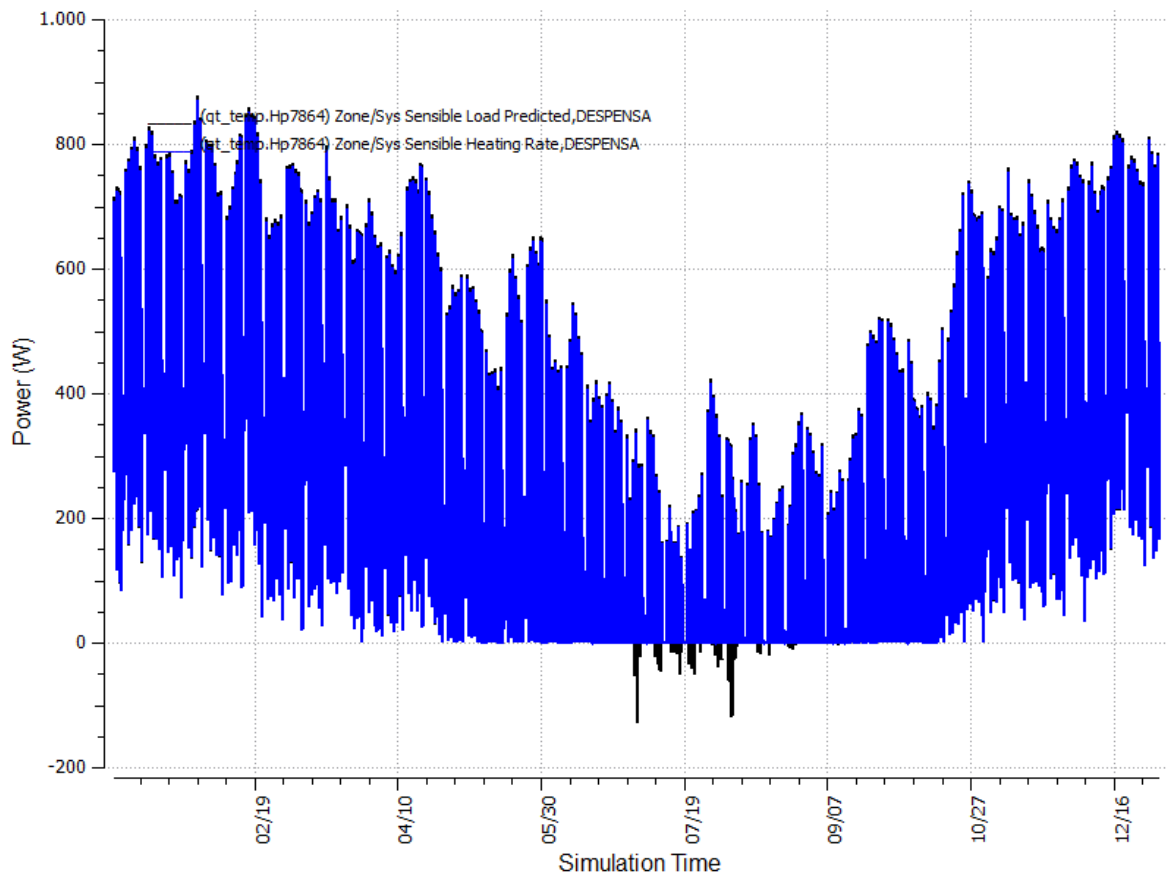
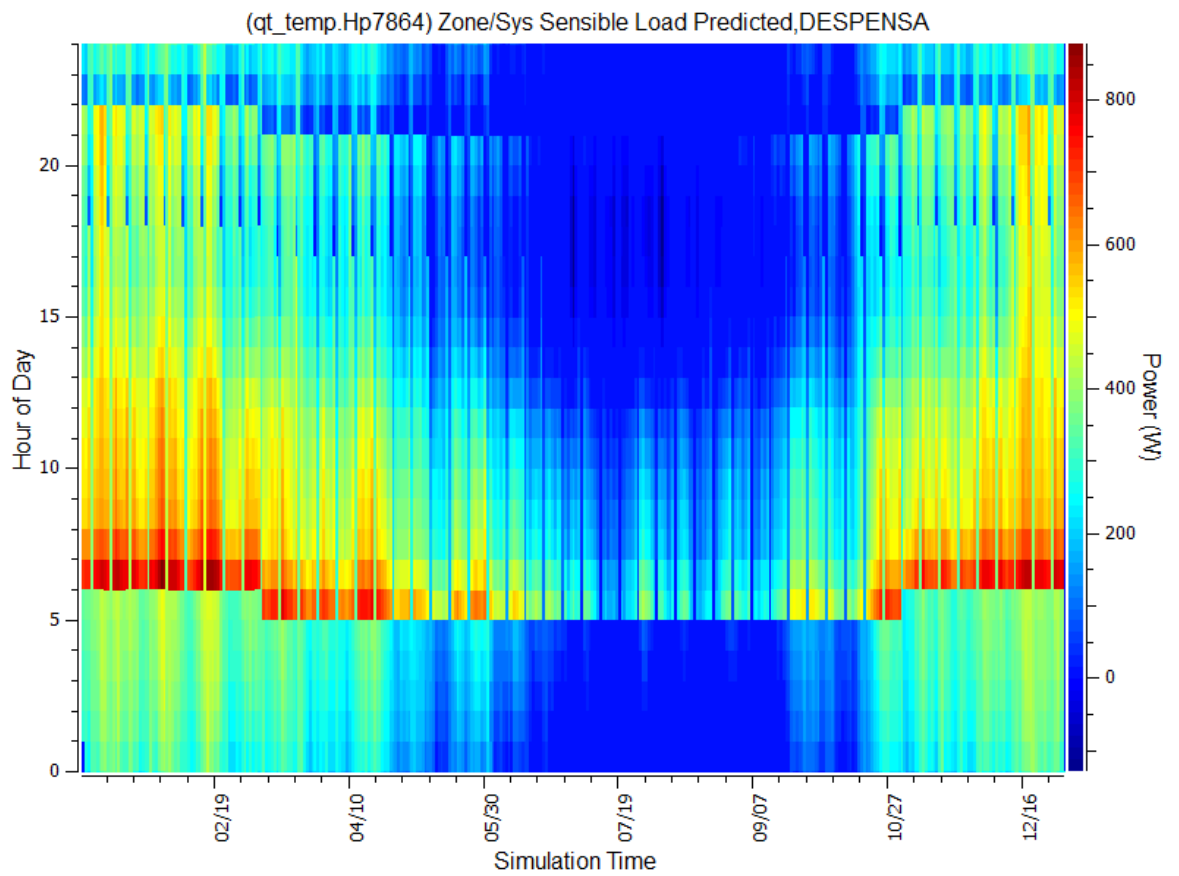
1.20.2.1. Salón



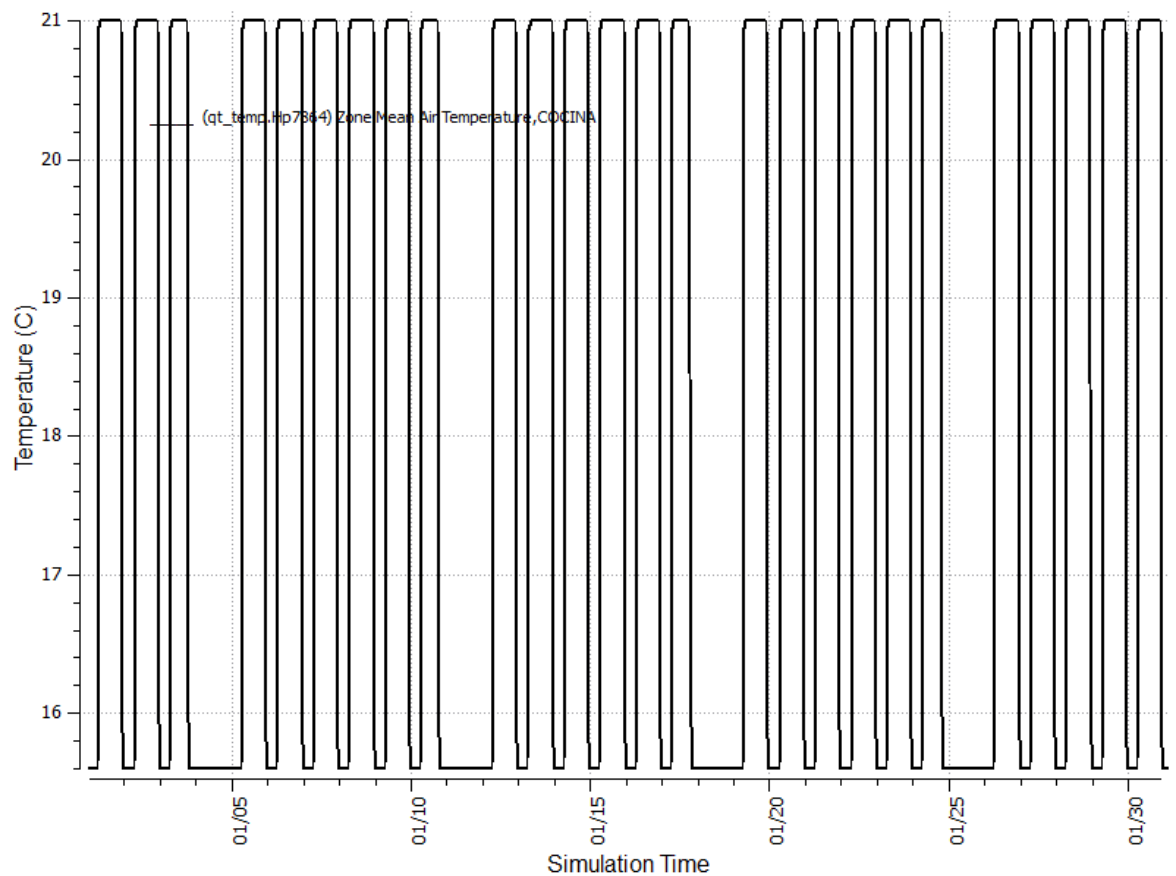
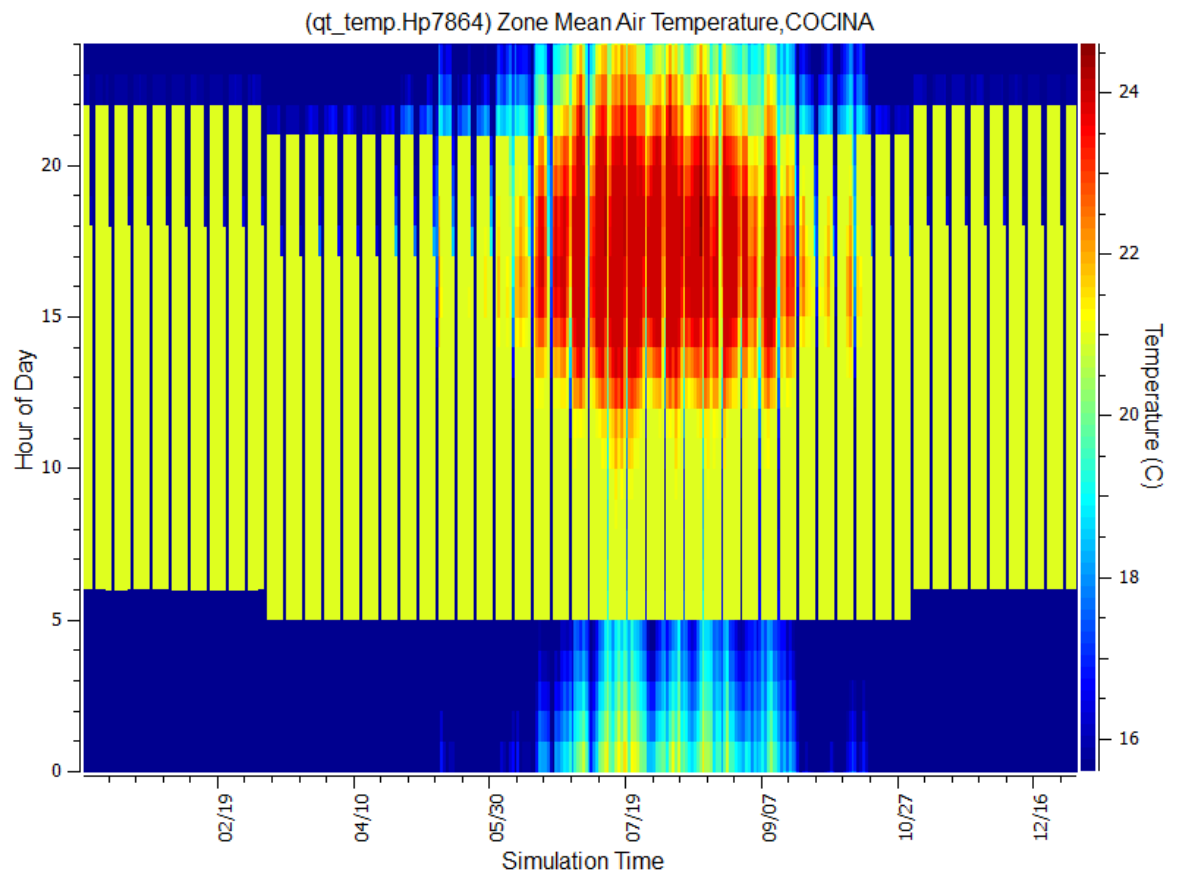


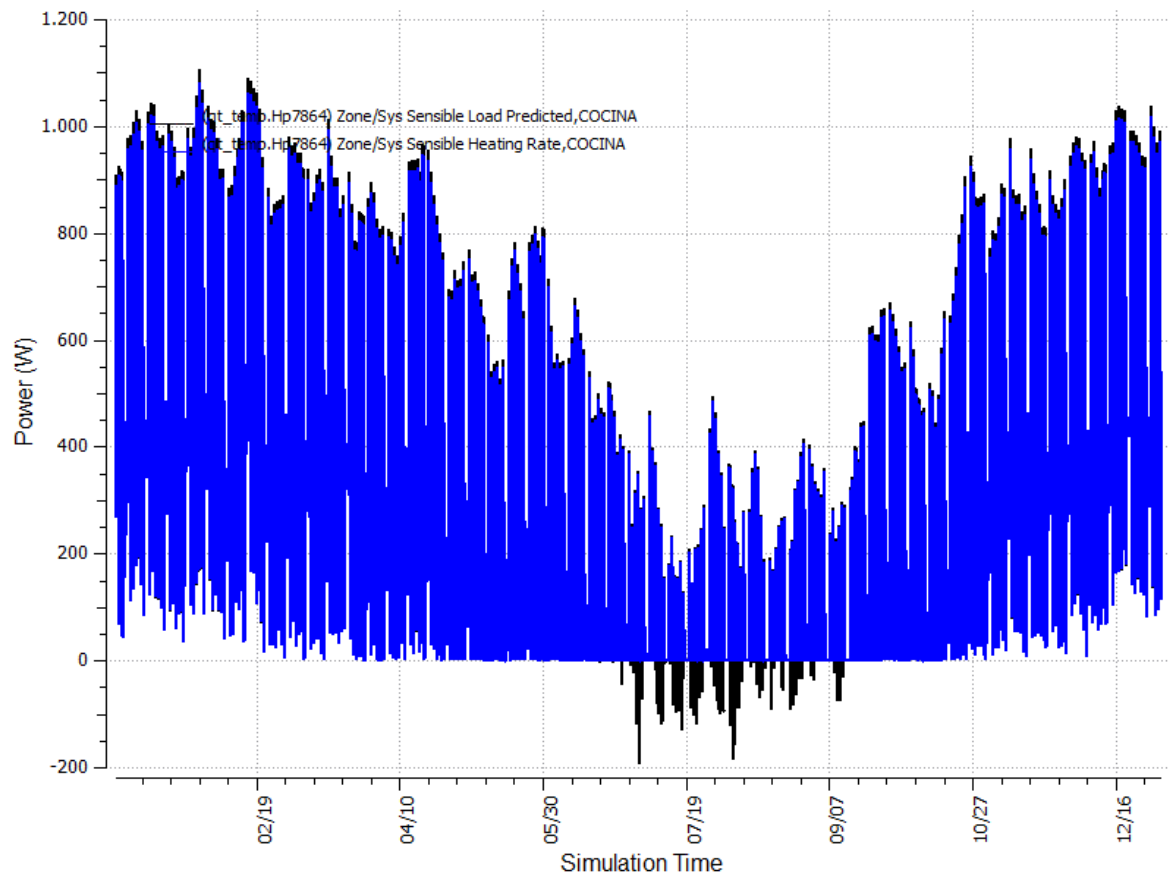
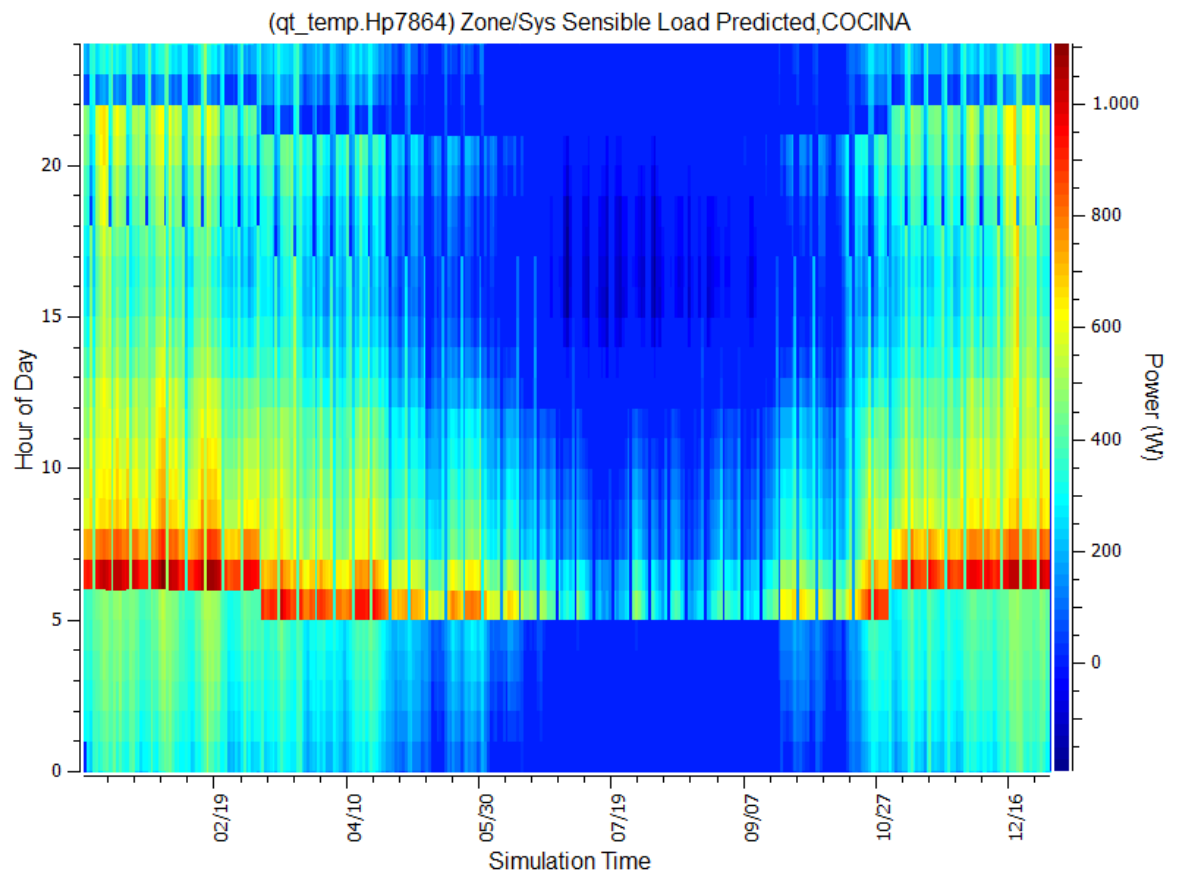
1.20.2.2. Despensa



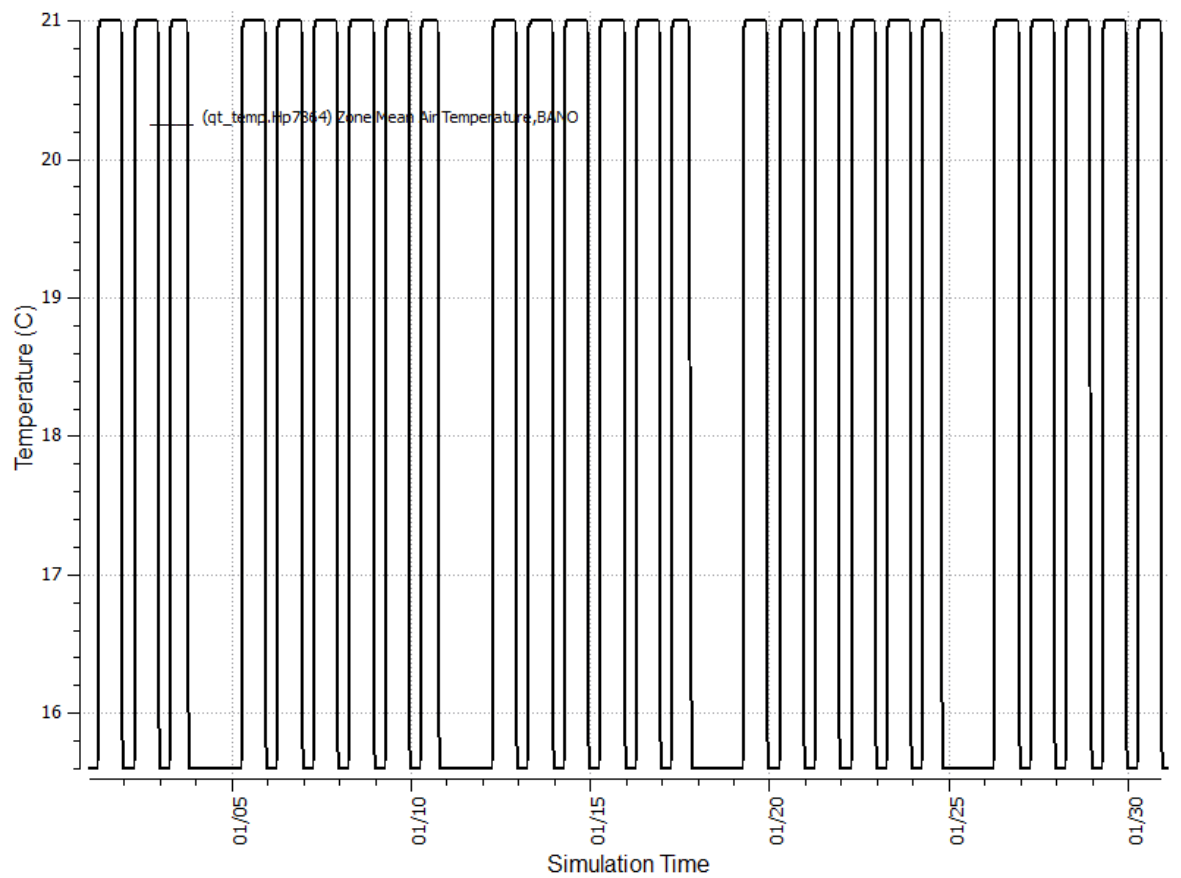
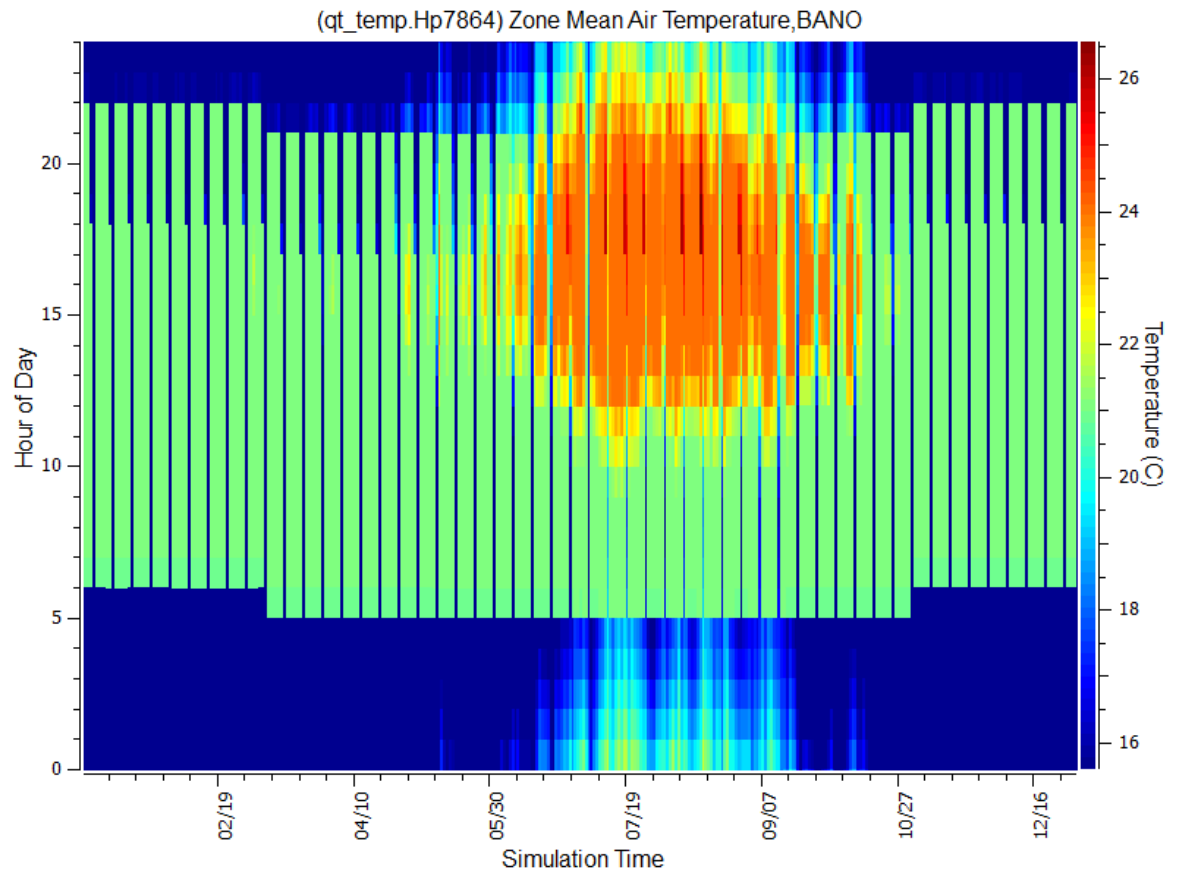


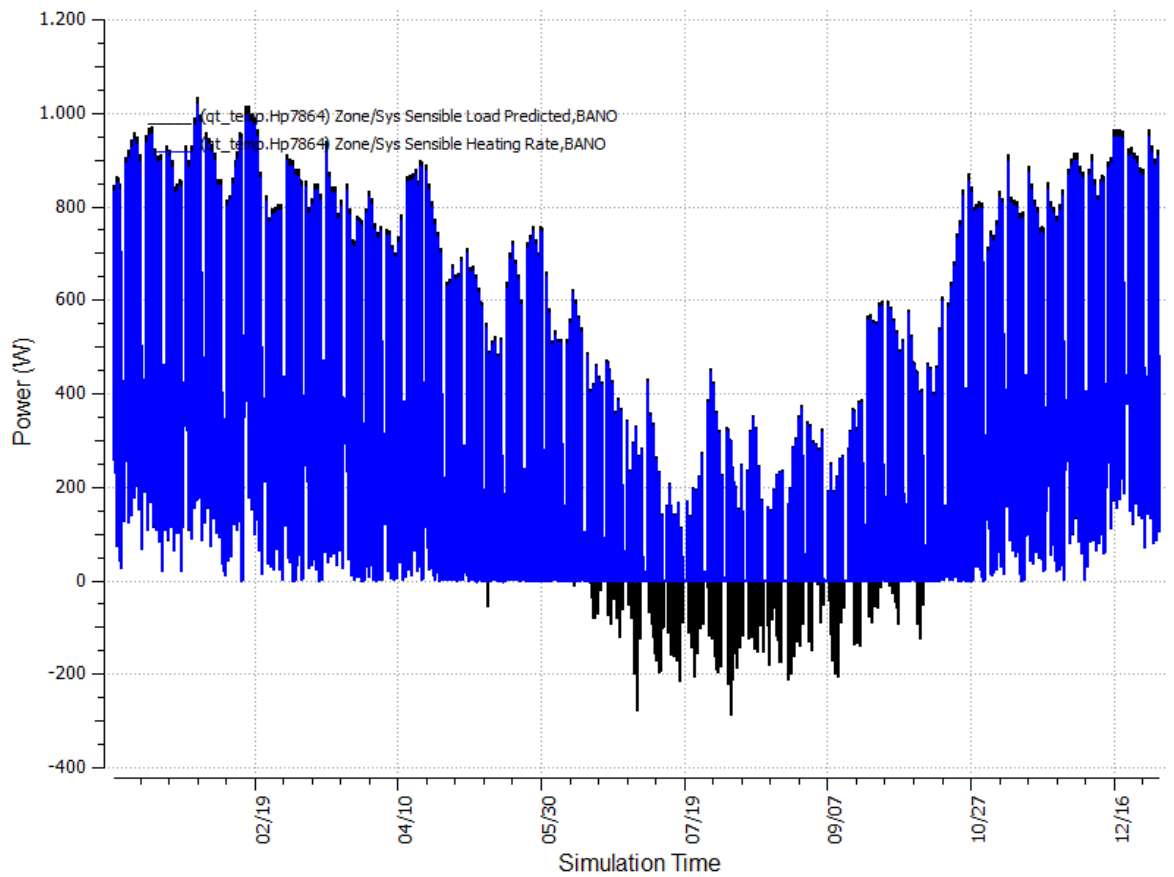
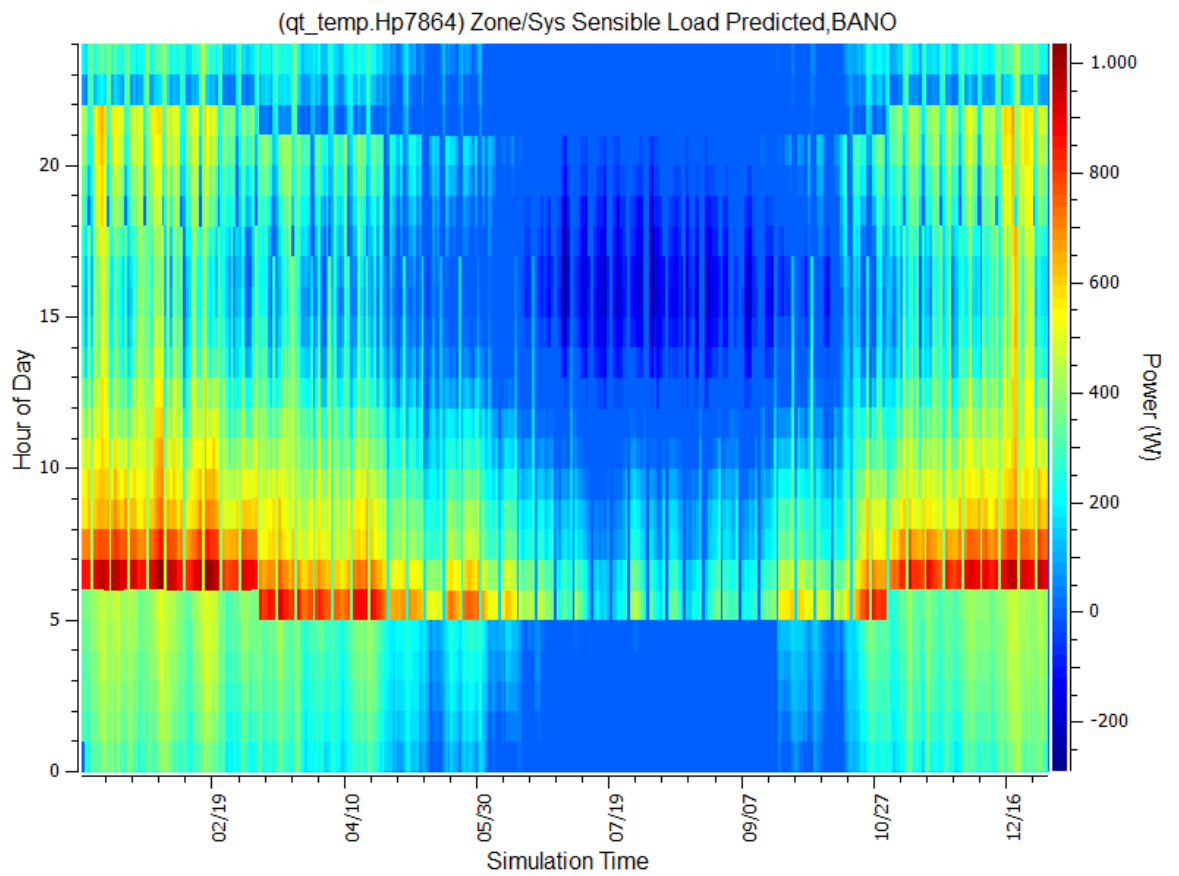
1.20.2.3. Cocina



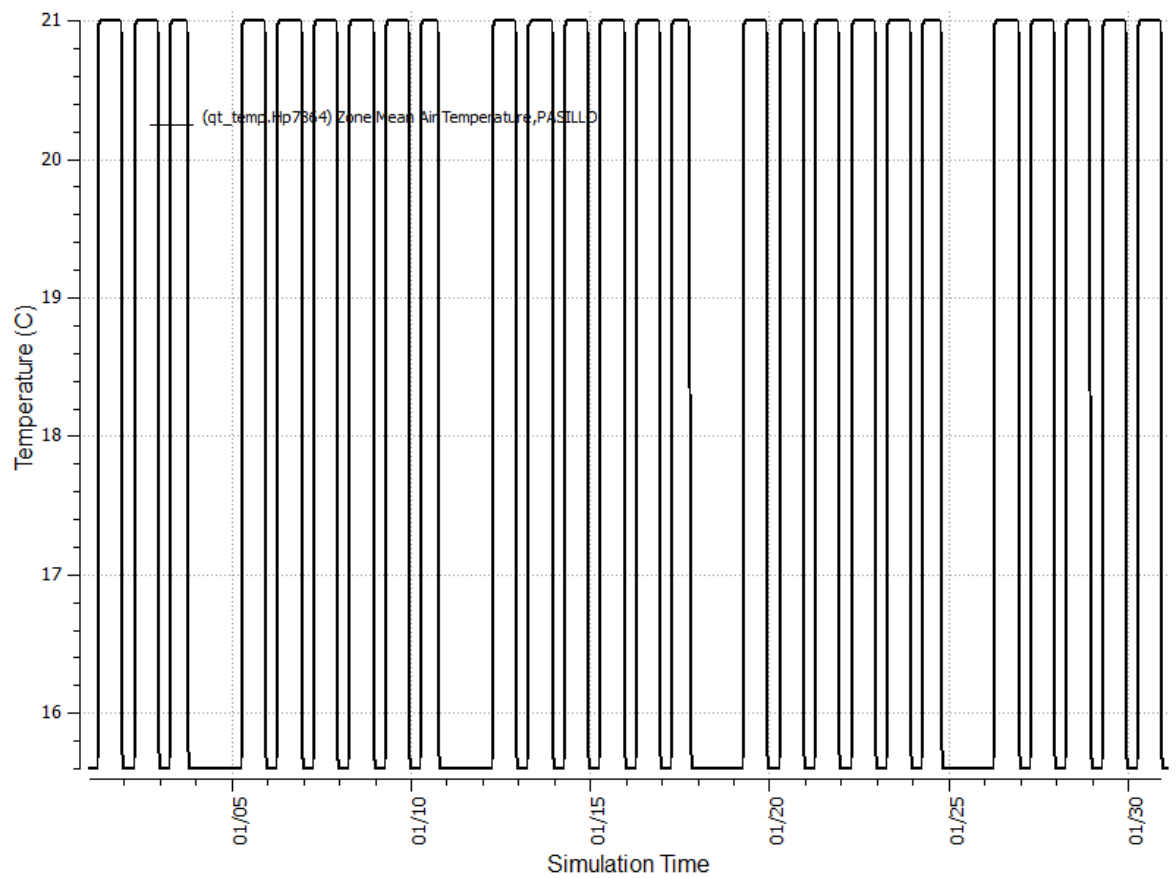
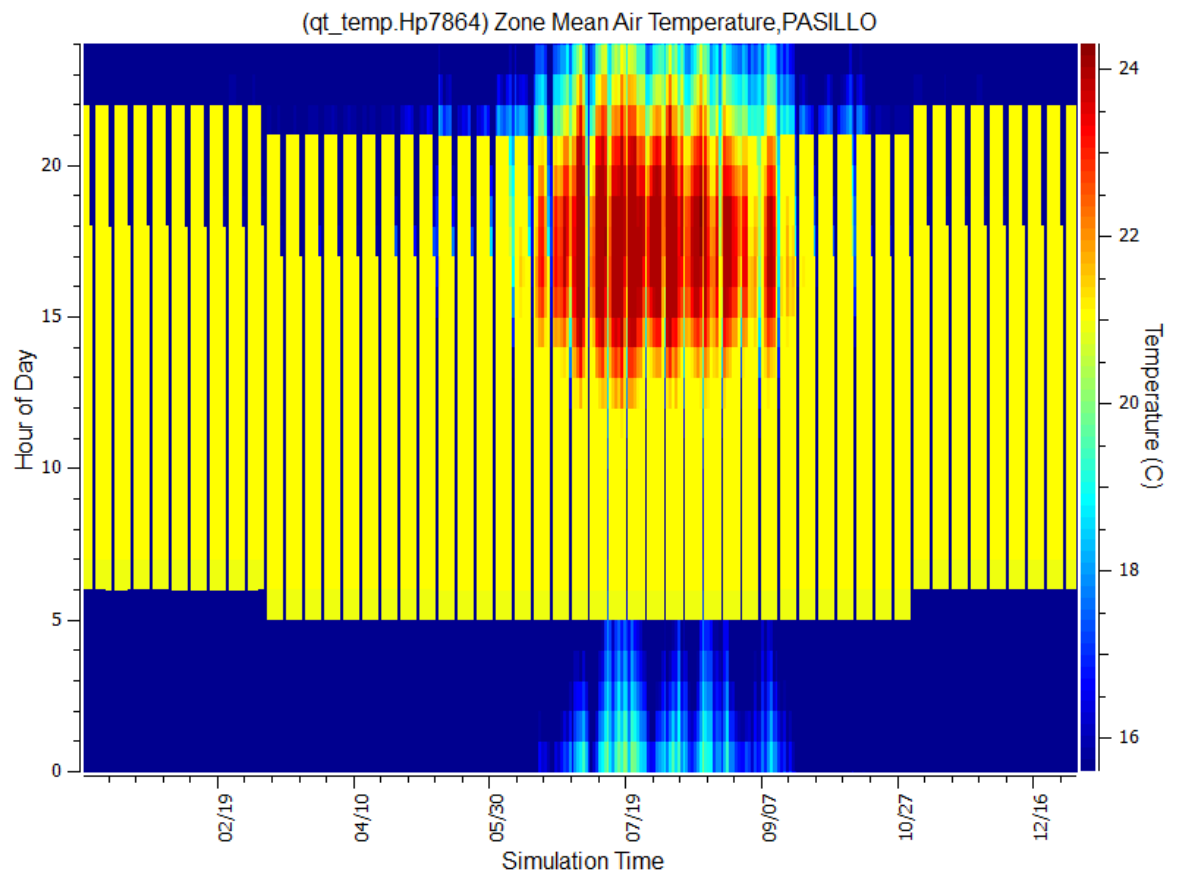


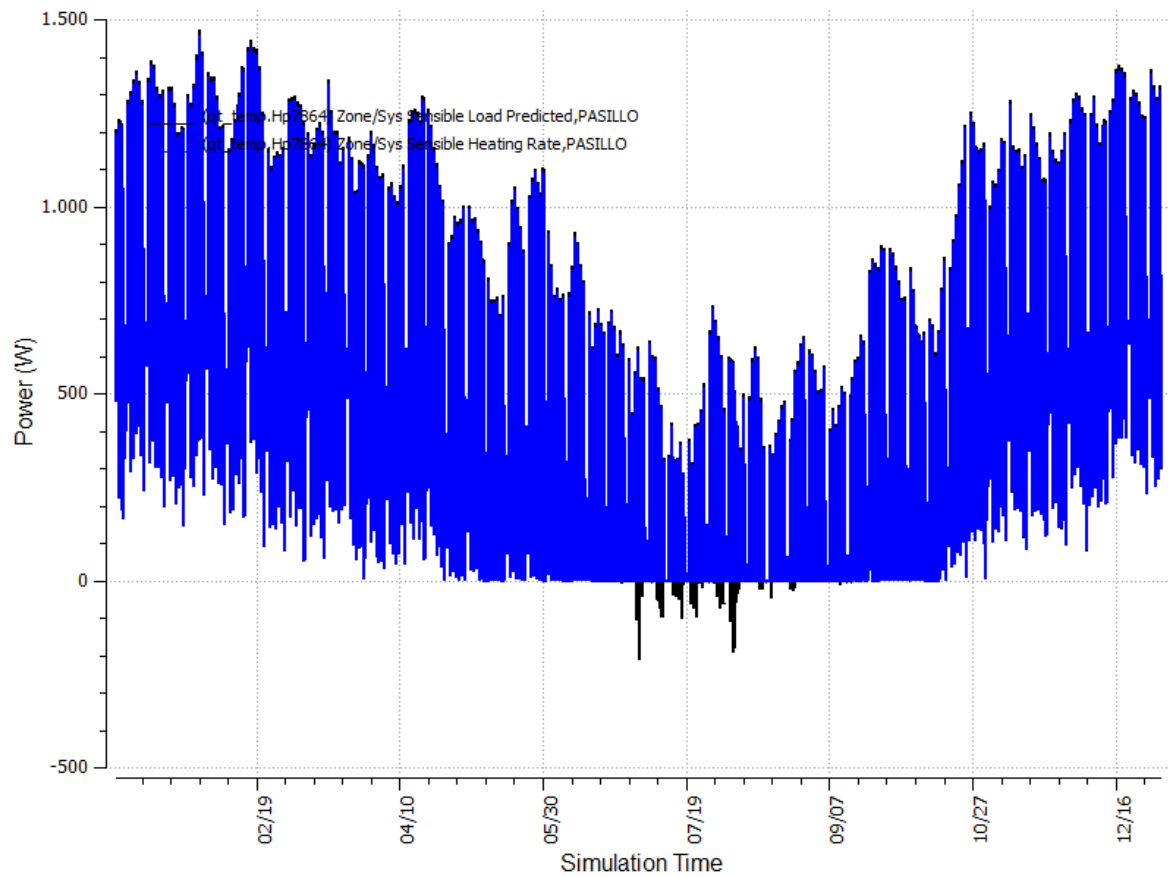
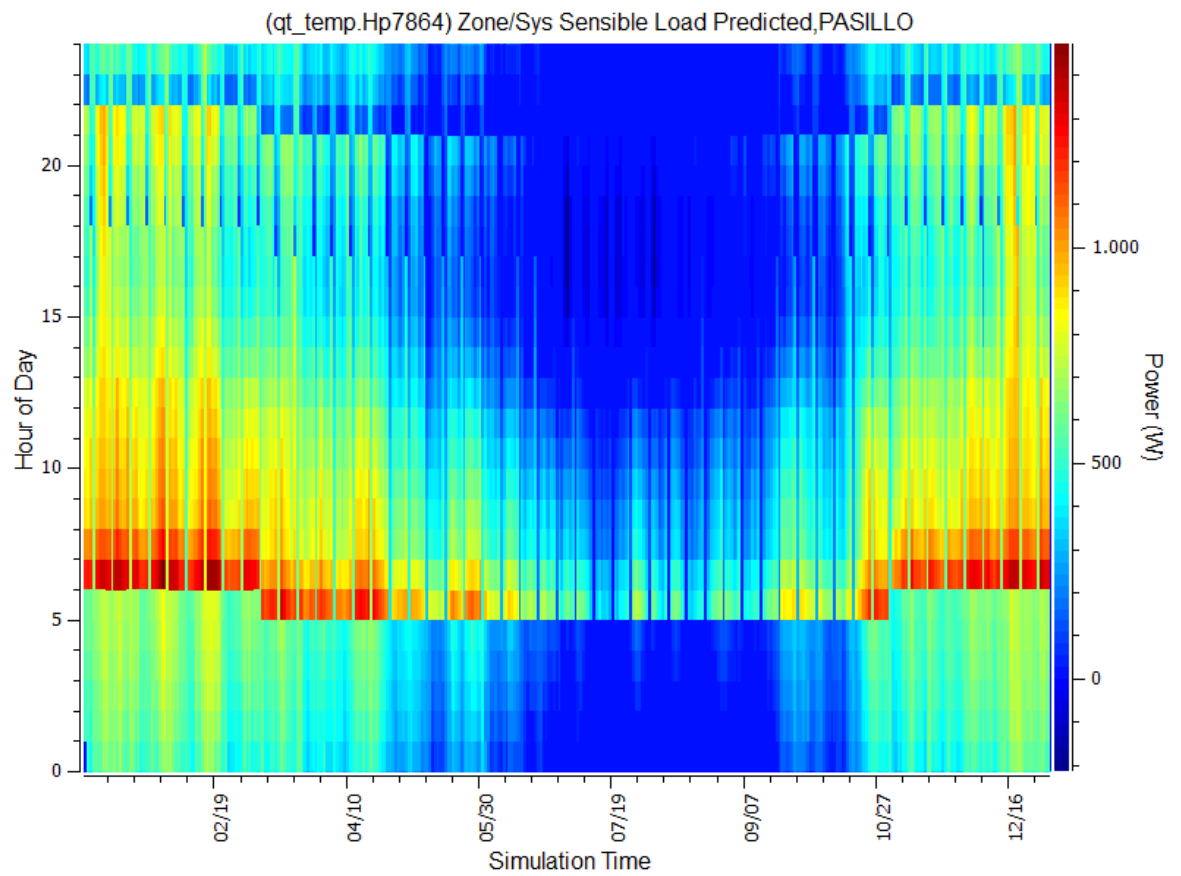
1.20.2.4. Baño



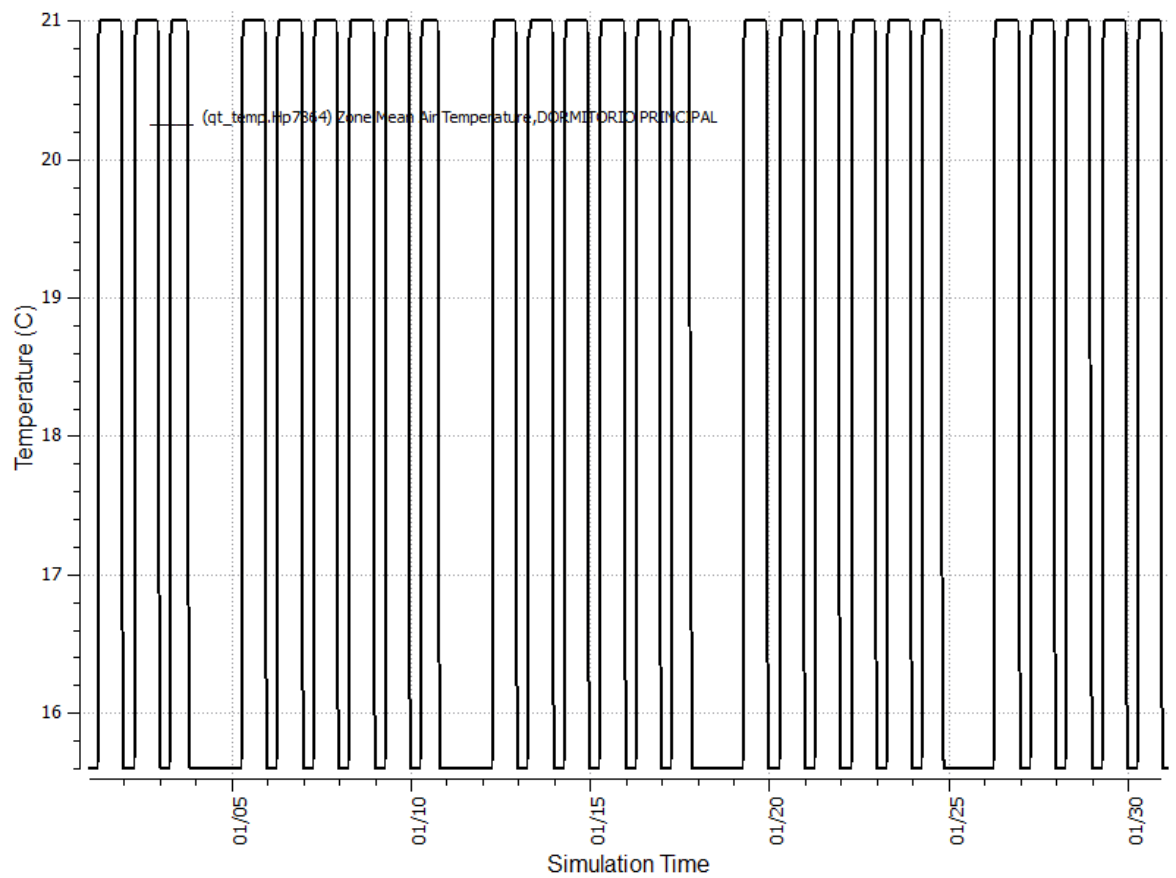
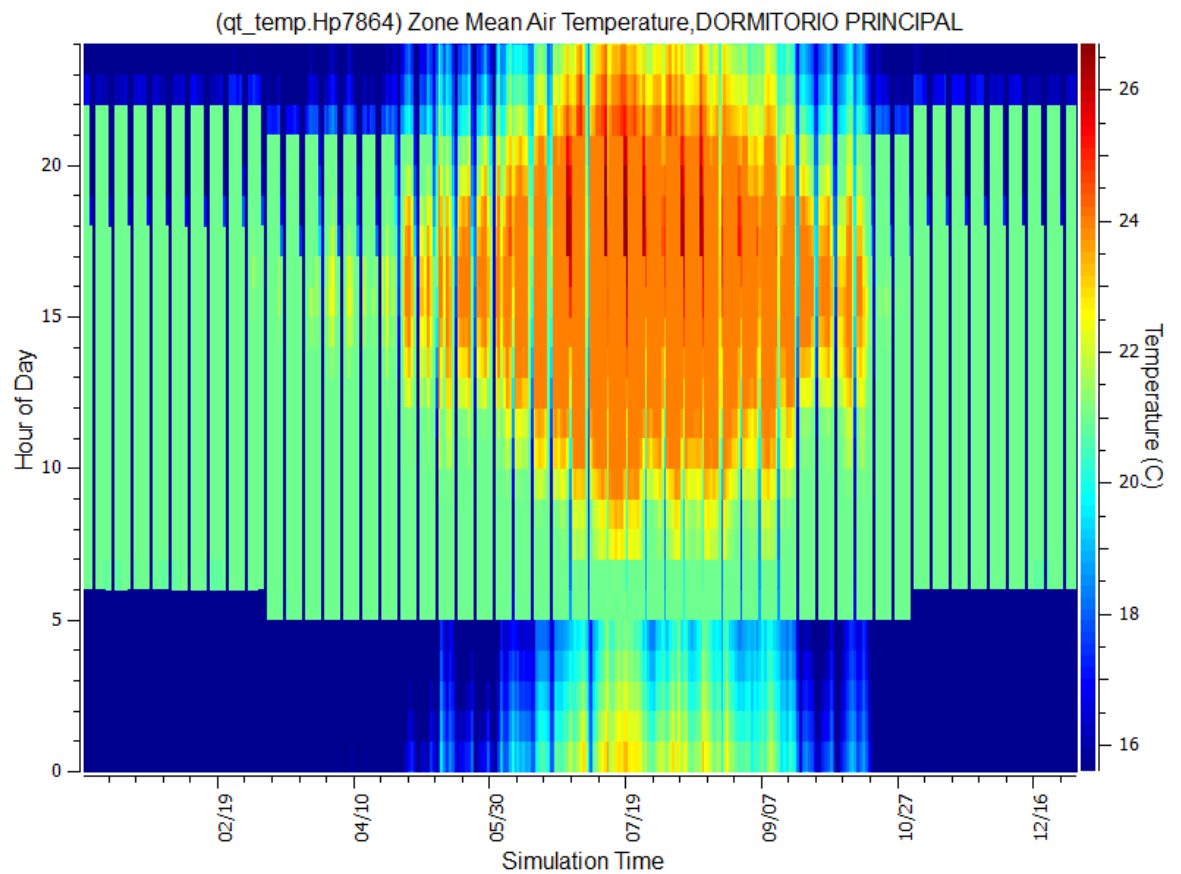


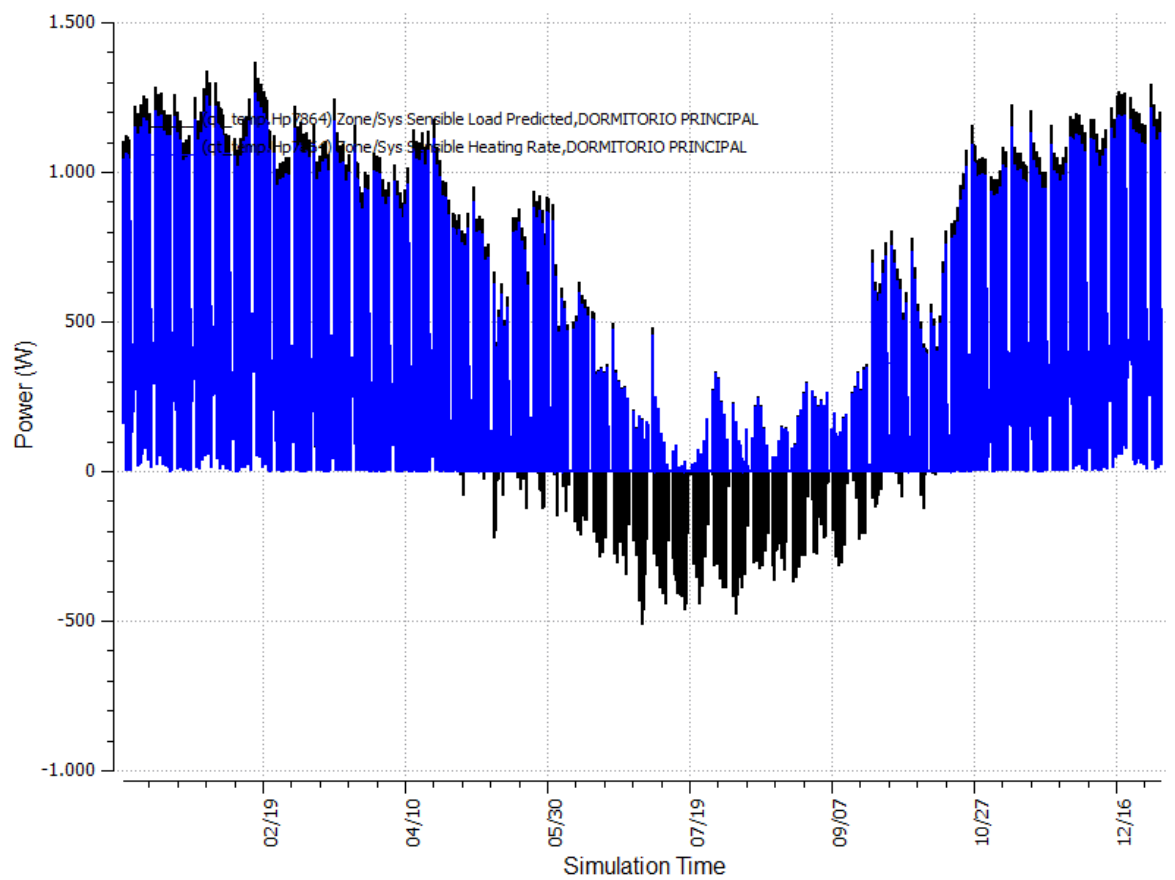
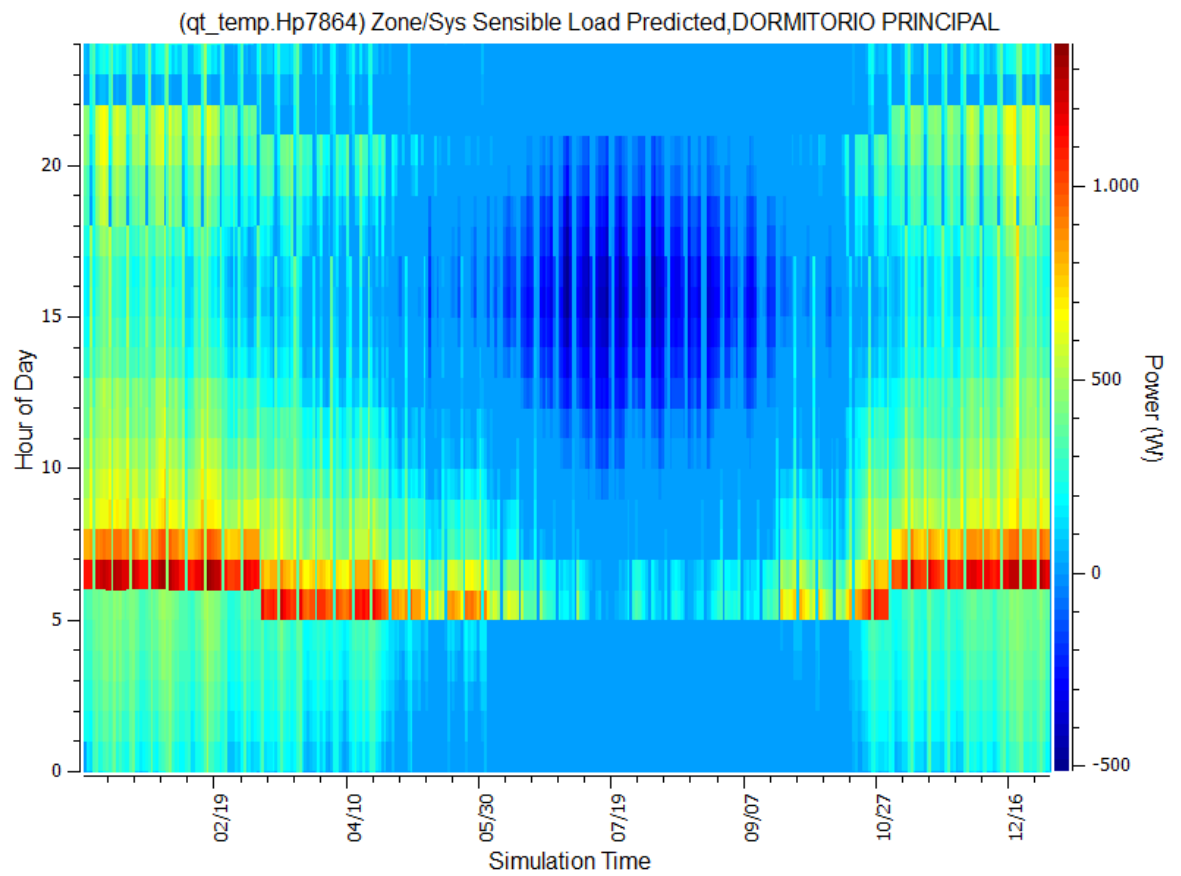
1.20.2.5. Pasillo



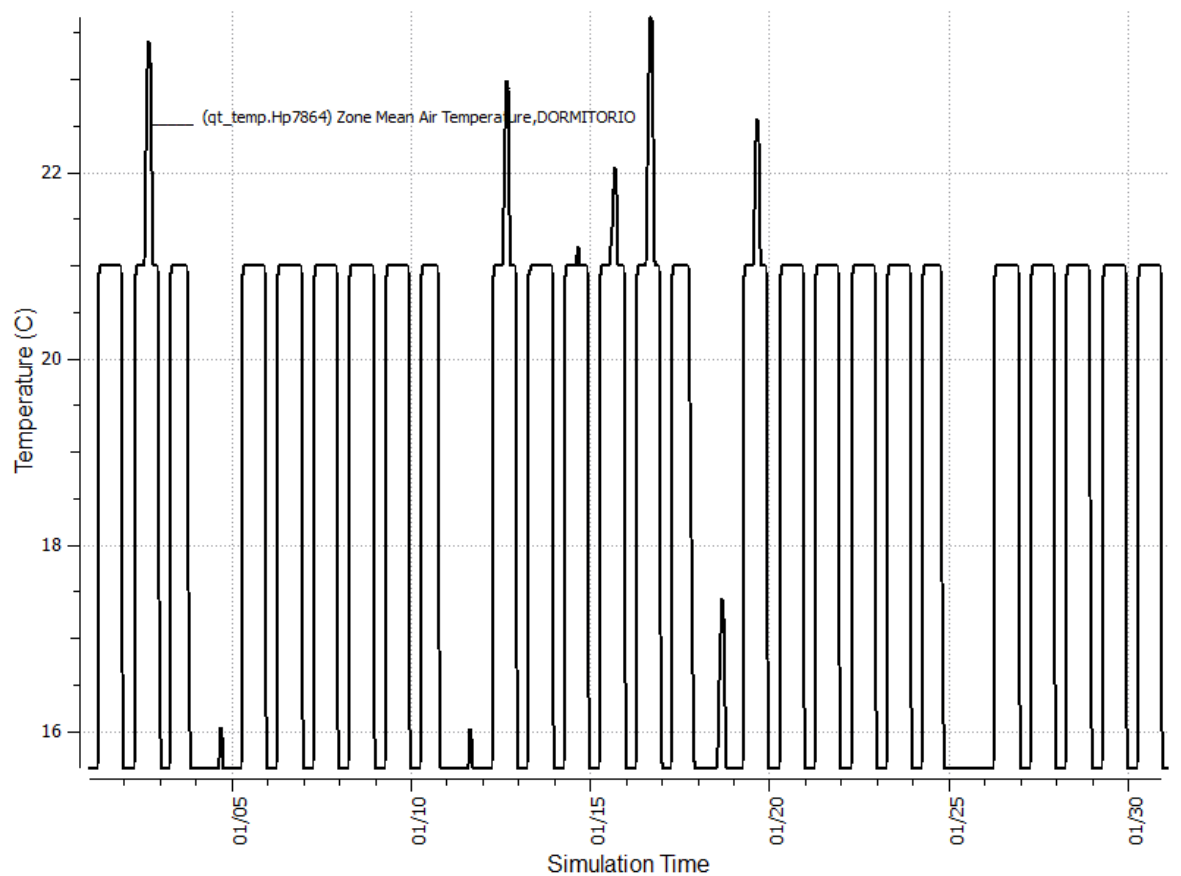
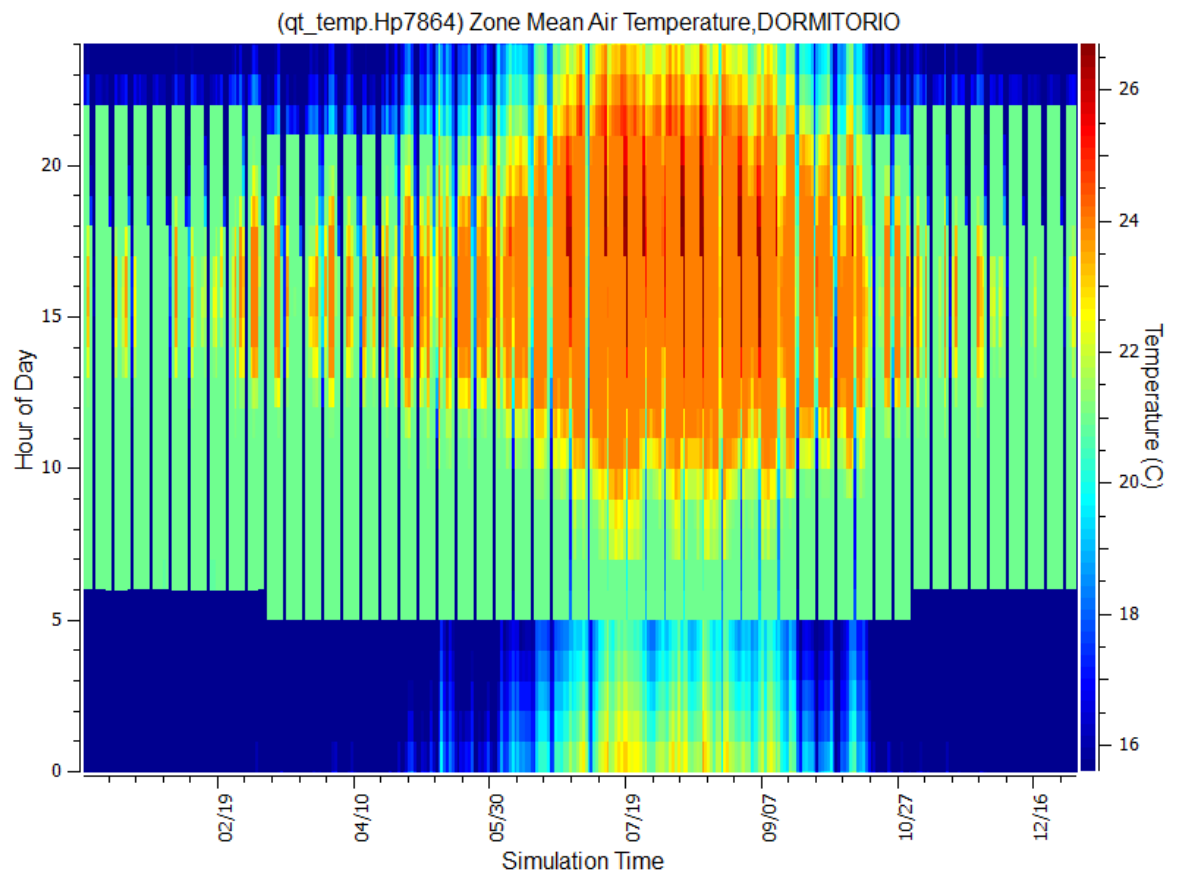


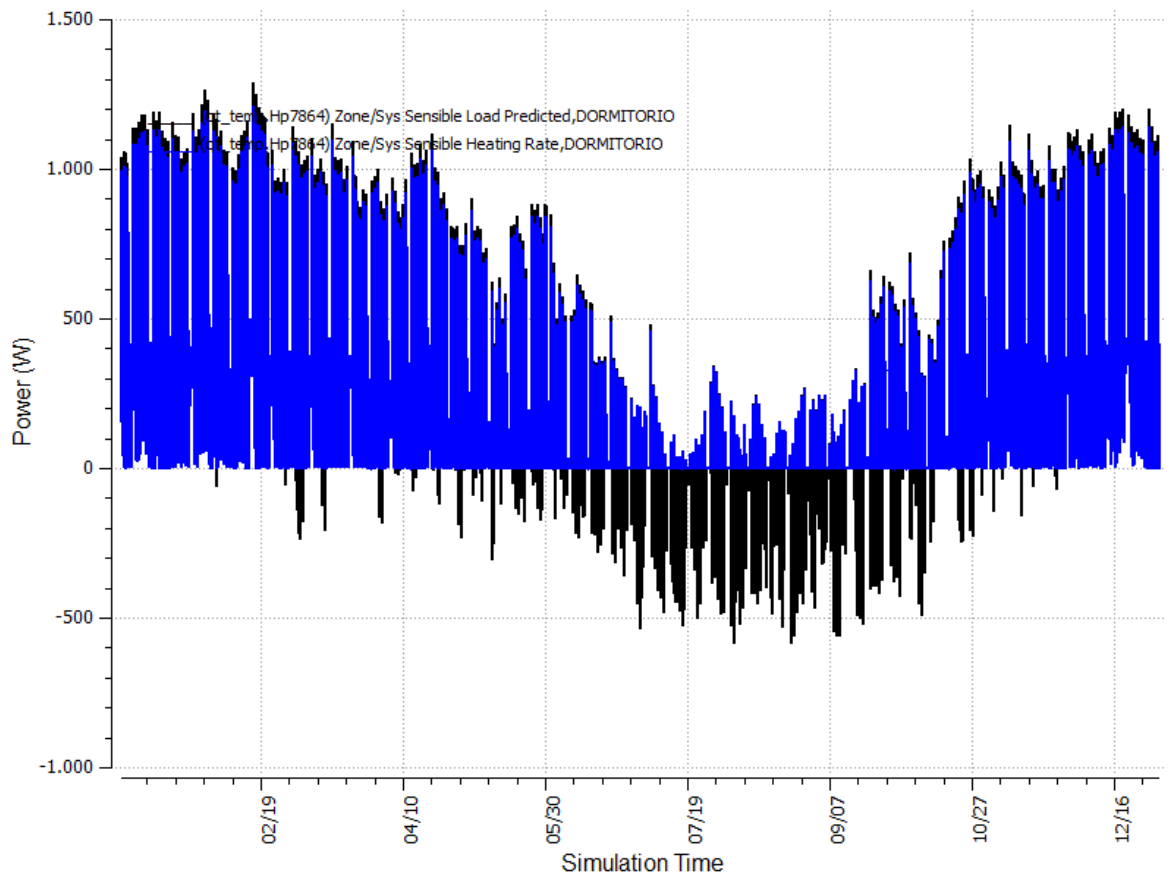
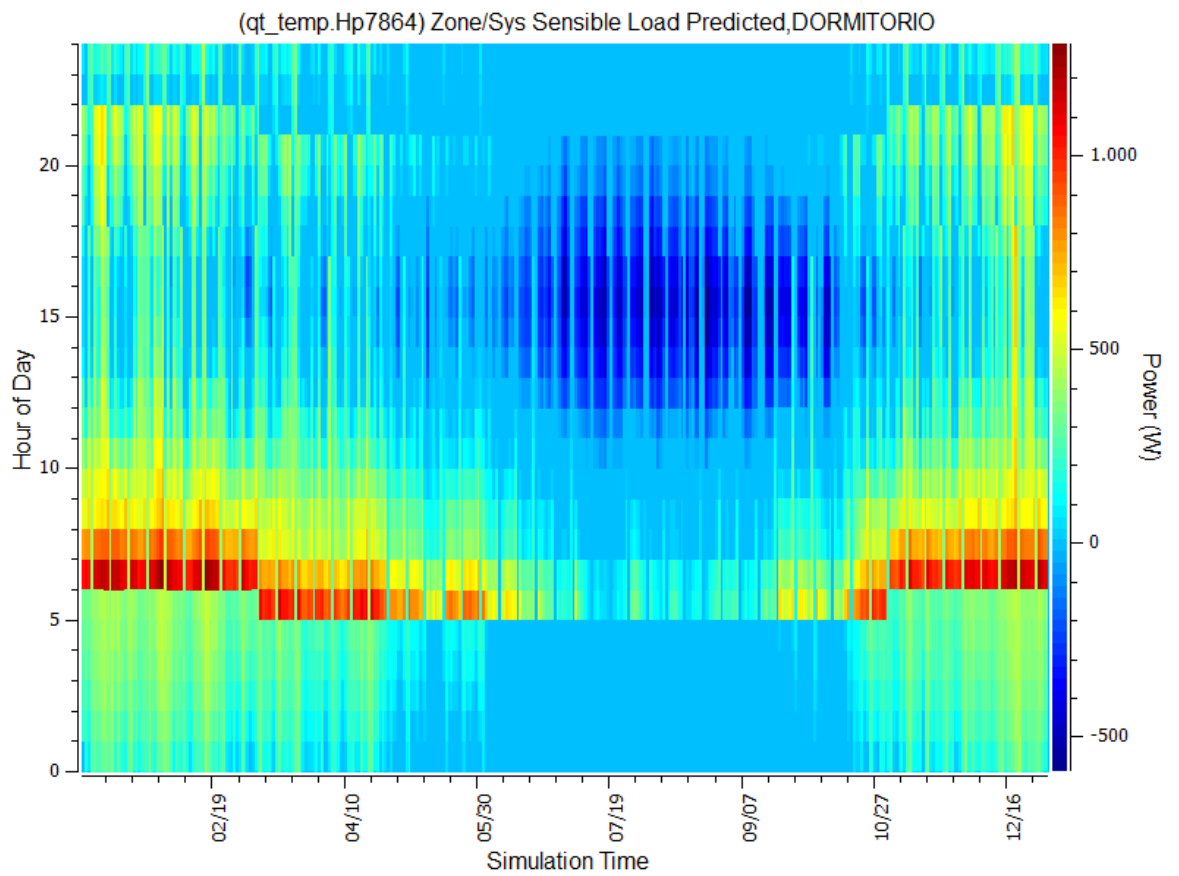
1.20.2.6. Dormitorio 1



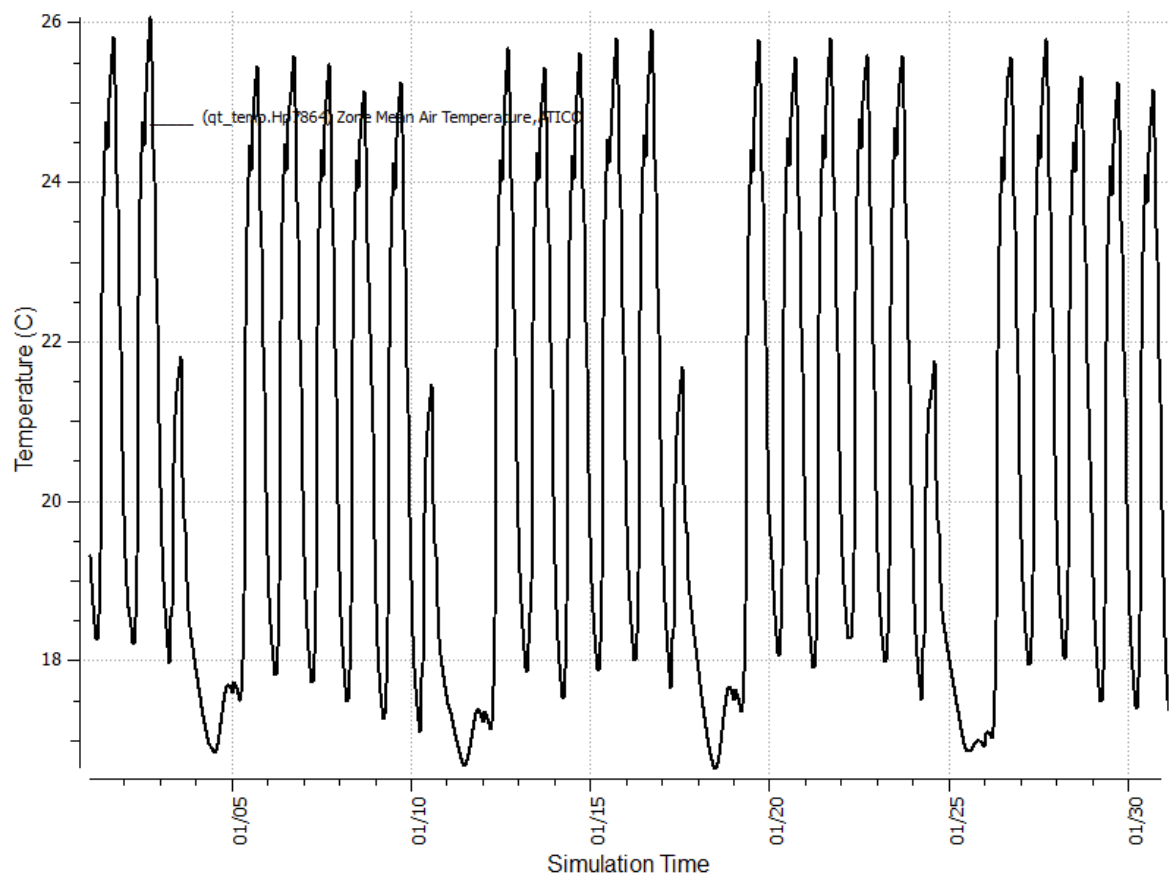
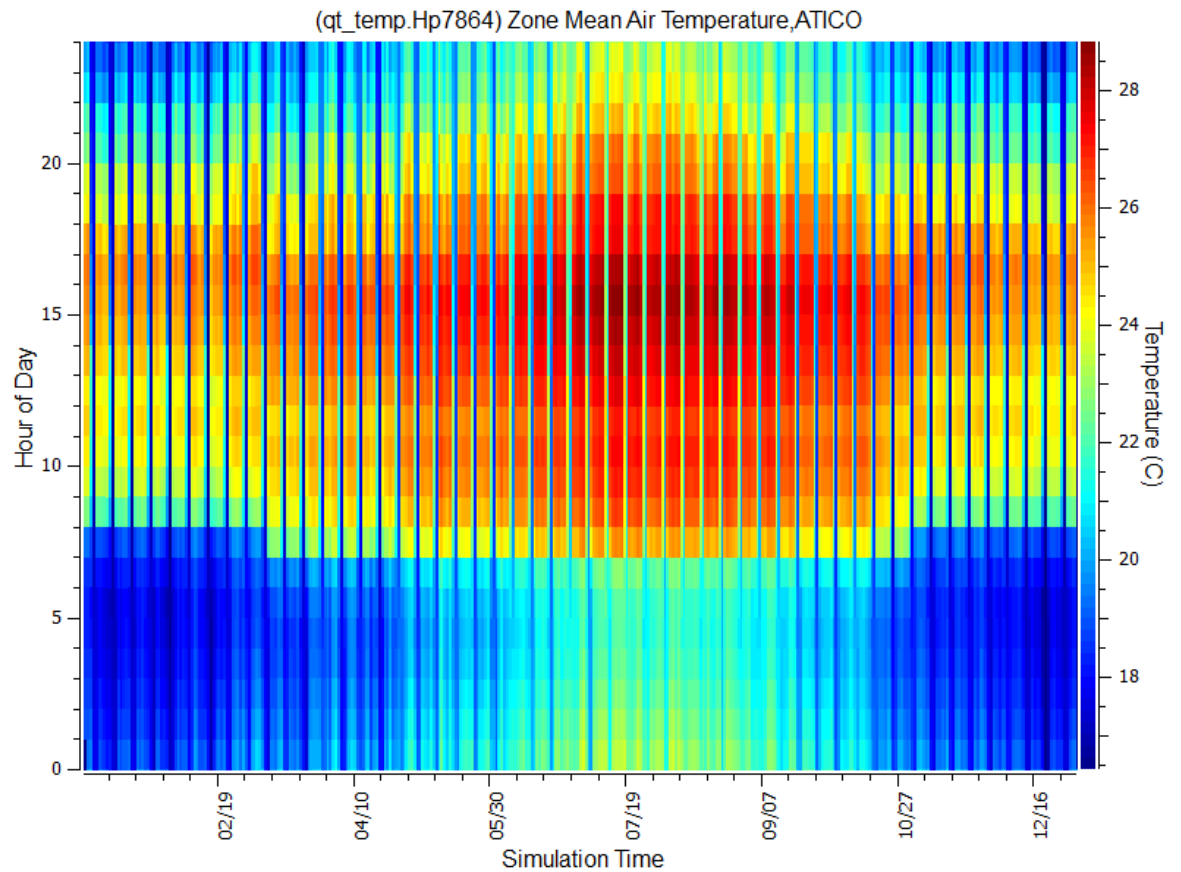


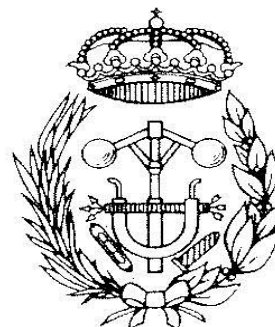
1.20.2.7. Dormitorio 2





1.20.2.8. Ático





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013

DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS

2.1. ÍNDICE

2.1. ÍNDICE	1
2.2. LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA	4
2.2.1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN	4
2.2.2. OPCIÓN SIMPLIFICADA	6
2.2.2.1. Determinación de la zona climática	6
2.2.2.2. Clasificación de los espacios	6
2.2.2.3. Definición de la envolvente térmica del edificio	6
2.2.2.4. Transmitancias térmicas máximas de cerramientos de la env. térmica	7
2.2.2.5. Cálculo de los parámetros característicos de los cerramientos	8
2.2.2.6. Limitación de la demanda energética	20
2.2.2.7. Permeabilidad al aire	23
2.2.2.8. Comprobación de la limitación de condensaciones	23
2.2.3. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA	31
2.2.3.1. FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios	31
2.2.3.2. FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética	33
2.2.3.3. FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones	33
2.3. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	34
2.3.1. CONDICIONES DE DISEÑO	34
2.3.1.1. Condiciones interiores	34
2.3.1.2. Condiciones exteriores	34
2.3.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO	35
2.3.2.1. Cálculo de pérdidas por transmisión	35
2.3.2.2. Cálculo de pérdidas por entradas de aire exterior	40
2.3.2.3. Cálculo de ganancias de calor	41
2.3.2.4. Demanda calorífica total	42
2.3.3. SUELO RADIANTE	43
2.3.3.1. Localización de los colectores	43
2.3.3.2. Diseño de circuitos	43
2.3.3.3. Temperatura media superficial del pavimento	44

2.3.3.4. Temperatura del agua.....	44
2.3.3.5. Caudal de agua	45
2.3.3.6. Comprobación de la velocidad del agua	46
2.3.3.7. Red de distribución	47
2.3.3.8. Pérdidas de carga.....	49
2.3.3.9. Vaso de expansión.....	51
2.3.3.10. Compensación de los circuitos.....	52
2.3.3.11. Intercambiador	54
2.3.4. CIRCUITO PRIMARIO	54
2.3.4.1. Demanda de energía solar	54
2.3.4.2. Dimensionado de colectores solares	55
2.3.4.3. Pérdidas por orientación e inclinación	60
2.3.4.4. Potencia del intercambiador.....	61
2.3.4.5. Bomba de circulación.....	62
2.3.4.6. Vaso de expansión.....	62
2.4. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	63
2.4.1. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA.....	63
2.4.1.1. Consumo diario de agua.....	63
2.4.1.2. Zona climática.....	64
2.4.1.3. Contribución solar mínima.....	64
2.4.2. CIRCUITO PRIMARIO	64
2.4.2.1. Demanda de energía solar	64
2.4.2.2. Dimensionado de colectores solares	65
2.4.2.3. Pérdidas por orientación e inclinación	70
2.4.2.4. Potencia del interacumulador.....	71
2.4.2.5. Bomba de circulación.....	72
2.4.2.6. Vaso de expansión.....	72
2.4.3. CIRCUITO SECUNDARIO	73
2.4.3.1. Interacumulador	73
2.5. CALDERA.....	74
2.5.1. BOMBA DE IMPULSIÓN DE CALEFACCIÓN.....	75
2.5.2. BOMBA DE IMPULSIÓN ACS	75
2.5.3. VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO SECUNDARIO ACS	75

2.6. ESTUDIO ECONÓMICO	76
2.6.1. AHORRO DE COMBUSTIBLE	76
2.6.1.1. Consumo anterior	76
2.6.1.2. Consumo actual.....	76
2.6.1.3. Precio del combustible	76
2.6.1.4. Ahorro económico.....	77
2.6.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO	78
2.6.3. BENEFICIO ANUAL NETO	78
2.6.4. BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	79
2.6.5. VALOR ACT. NETO Y TASA INTERNA DE RENTABILIDAD	79

2.2. LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

El Código Técnico de la Edificación establece en la exigencia básica HE 1 (Limitación de demanda energética) que “los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.”

En los puntos sucesivos se realizarán los cálculos oportunos para verificar su cumplimiento.

2.2.1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Para la verificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1 se utilizará la opción simplificada, basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica.

La opción simplificada puede utilizarse cuando el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie y el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie de cubierta.

El edificio proyectado no dispone de lucernarios. A continuación se calcula el porcentaje de huecos de cada una de las fachadas del edificio:

FACHADA NORTE	Sup. Huecos (m ²)	Sup. Total (m ²)
Habitación 1	2,52	11,13
Pasillo	2,40	4,01
Salón	2,52	10,98
Total	7,44	26,12
Porcentaje de huecos		28,50 % < 60 %

FACHADA OESTE	Sup. Huecos (m ²)	Sup. Total (m ²)
Salón	1,68	19,34

Habitación 1	0,00	4,34
Total	1,68	23,68
Porcentaje de huecos		7,10 % < 60 %

FACHADA SUR	Sup. Huecos (m²)	Sup. Total (m²)
Salón	2,52	7,25
Despensa	0,06	2,39
Cocina	2,00	5,77
Baño	0,80	4,73
Habitación 2	1,68	8,21
Total	7,06	28,35
Porcentaje de huecos		24,90 % < 60 %

FACHADA ESTE	Sup. Huecos (m²)	Sup. Total (m²)
Habitación 2	0,00	11,44
Habitación 1	0,00	8,12
Salón	0,00	4,34
Total	0,00	8,21
Porcentaje de huecos		0 % < 60 %

Cada una de las fachadas del edificio dispone de menos de un 60% de huecos, por lo que procede la utilización de la opción simplificada.

2.2.2. OPCIÓN SIMPLIFICADA

2.2.2.1. Determinación de la zona climática

El edificio objeto del presente proyecto se encuentra en la localidad de Arcones, provincia de Segovia, a una altitud de 1.140 metros sobre el nivel del mar.

La zona climática se obtiene en función de la diferencia de altura existente entre la localidad y la altura de referencia de la capital de provincia (Segovia, 1.013 metros). Al ser esta inferior a 200 metros, se tomará la misma zona climática que le corresponde a Segovia (D2).

2.2.2.2. Clasificación de los espacios

Se considerarán espacios habitables los recintos pertenecientes a la planta baja del edificio. Todos ellos poseen una baja carga interna y un grado de higrometría 3 o inferior por ser un edificio exclusivamente residencial.

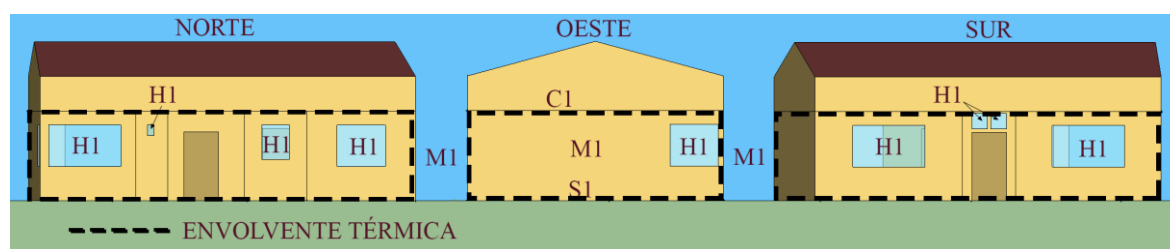
Se considera el ático como el único recinto no habitable del edificio.

Planta	Recinto	No habitable	Habitable	Carga interna	Grado de higrometría
Baja	Pasillo	-	X	Baja	3
	Salón				
	Cocina				
	Despensa				
	Baño				
	Dormitorio 1				
	Dormitorio 2				
Alta	Ático	X	-	-	-

2.2.2.3. Definición de la envolvente térmica del edificio

La envolvente térmica está compuesta por “todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.”

Tipo	Descripción	Orientación	Nombre	Contacto	Parámetros característicos
Cubiertas	Cubierta	-	C1	Espacio no habitable	U_{C1}
Muros	Fachada principal	N	M1	Aire exterior	U_{M1}
	Fachada posterior	S			
	Pared lateral	E			
	Pared lateral	O			
Suelos	Solera	-	S1	Terreno	U_{S1}
Huecos	Ventanas acristaladas	N	H1	Aire exterior	$U_{H1,m}$, $U_{H1,v}$, U_{H1} y F_{H1}
		S			
		O			
	Puerta principal	S	H2	Aire exterior	U_{H2}
	Puerta acristalada	S	H3	Aire exterior	$U_{H3,m}$, $U_{H3,v}$, U_{H3} y F_{H3}



2.2.2.4. Transmitancias térmicas máximas de cerramientos de la env. térmica

Con el fin de evitar descompensaciones en las calidades térmicas de los diferentes espacios, la exigencia básica HE 1 exige unos valores máximos de transmitancia térmica para cada uno de los cerramientos.

Para edificios situados en las zonas climáticas D, se tienen las siguientes transmitancias térmicas máximas:

- 0,86 W/m² K en muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno y primer metro de muros en contacto con el terreno.
- 0,64 W/m² K en suelos.
- 0,49 W/m² K en cubiertas.
- 3,50 W/m² K en vidrios y marcos (a comparar por separado).
- 1,00 W/m² K en medianerías

2.2.2.5. Cálculo de los parámetros característicos de los cerramientos

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en:

- Cerramientos en contacto con el aire exterior.
- Cerramientos en contacto con el terreno.
- Particiones interiores en contacto con espacios no habitables.

Para realizar el cálculo de la demanda se siguen las pautas establecidas en el Apéndice E de la exigencia básica HE 1 del Código Técnico de la Edificación para cada uno de los tipos de cerramientos presentes en el edificio.

- **Cerramientos en contacto con el aire exterior**

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior, tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \text{F. 1}$$

siendo R_T (m²K/W) la resistencia térmica total del componente constructivo.

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad \text{F. 2}$$

siendo e (m) el espesor de la capa y λ (W/m K) la conductividad térmica de diseño.

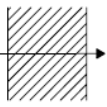
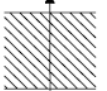
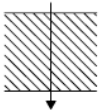
La resistencia térmica total de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

F. 3

siendo R_1 , R_2 , R_n las resistencias térmicas de cada capa y R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de tabla E.1 de la exigencia básica HE 1:

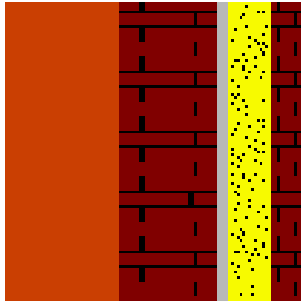
Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $\text{m}^2\text{K/W}$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

MUROS M1

Capa	e (m)	λ (W/m K)	R ($\text{m}^2\text{K/W}$)
Aire exterior	-	-	0,040
Piedra caliza de dureza media	0,135	1,400	0,096
Medio pie de ladrillo perforado	0,115	0,667	0,172
Enfoscado de mortero de cemento	0,015	1,000	0,015
Poliestireno expandido	0,050	0,046	1,087
Barrera de vapor	0,00016	0,036	0,004
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040	0,445	0,090
Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026

Aire interior	-	-	0,130
R_T (m²K/W)			1,661



La transmitancia térmica de los muros perimetrales del edificio es:

$$U_{M1} = \frac{1}{R_T} = 0,602 \text{ W/m}^2\text{K}$$

que es inferior a 0,86 W/m²K, valor límite para muros de fachada.

- **Cerramientos en contacto con el terreno**

Este cálculo es aplicable a las soleras en contacto directo con el terreno. La exigencia básica HE 1 distingue entre soleras apoyadas sobre el nivel del terreno (o como máximo 0,5 m por debajo de este) y soleras a una profundidad superior a 0,5 m.

El edificio objeto de este estudio está apoyado sobre el propio terreno, y posee un aislamiento continuo en toda su superficie.

La longitud característica B' (m) viene definida por la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} \quad \text{F. 4}$$

siendo A (m²) el área de la solera y P (m) el perímetro de la misma.

La transmitancia térmica U_S (W/m²K) se obtiene de la tabla E.3 de la exigencia básica HE 1, conociendo la longitud característica B' (m), la distancia perimetral de aislamiento térmico D (m) y la resistencia térmica del aislante R_a (m²K/W):

Tabla E.3 Transmitancia térmica U_s en $W/m^2 K$

B'	R_a	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R_a ($m^2 K/W$)					R_a ($m^2 K/W$)					R_a ($m^2 K/W$)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

SUELOS S1

La superficie de la solera es de 77,85 m² y el perímetro de la misma asciende a 32,39 m. La longitud característica de la solera es:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} = 4,81 \text{ m}$$

El aislante escogido es una capa de 0,080 m de poliestireno expandido ($\lambda=0,046 \text{ W/m K}$). La resistencia térmica del aislante de la solera es:

$$R_a = \frac{e}{\lambda} = 1,739 \text{ m}^2 K/W$$

El aislamiento es continuo en toda la extensión de la solera:

$$D \geq 1,5 \text{ m}$$

Con estos datos, mediante interpolación lineal, se obtiene la transmitancia térmica de la solera del edificio:

$$U_{S1} = 0,486 \text{ W/m}^2 K$$

que es inferior a 0,64 W/m²K, valor límite para suelos.

- **Particiones interiores en contacto con espacios no habitables**

Este cálculo es aplicable a cualquier partición interior en contacto con un espacio no habitable que a su vez esté en contacto con el exterior, como pueden ser las cubiertas no calefactadas. La exigencia básica HE 1 distingue entre particiones interiores (excepto suelos en contacto con cámaras sanitarias) y suelos en contacto con cámaras sanitarias.

El edificio objeto de este estudio no dispone de solera con cámara sanitaria.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b \quad F. 5$$

siendo U_p (W/m^2K) la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable y b el coeficiente de reducción de temperatura.

Para el cálculo de U_p se tienen en cuenta las resistencias térmicas superficiales establecidas en la tabla E.6 de la exigencia básica HE 1.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

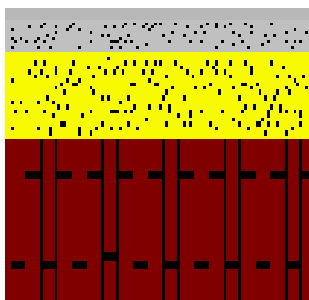
El coeficiente b se obtiene de la tabla E.8 de la exigencia básica HE 1, conociendo la situación del aislamiento térmico, el grado de ventilación del espacio y la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento A_{iu}/A_{ue} .

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} -Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{iu} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

CUBIERTA C1

Capa	e (m)	λ (W/m K)	R (m ² K/W)
Aire exterior	-	-	0,100
Enfoscado de mortero de cemento	0,015	1,000	0,015
Capa de compresión de HA-25	0,040	2,300	0,017
Poliestireno expandido	0,100	0,046	2,174
Bovedilla cerámica de canto 16 cm y distancia de entrevigado 70 cm	-	-	0,270
Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026
Aire interior	-	-	0,100
R_T (m²K/W)			2,703



La transmitancia térmica de la cubierta interior es:

$$U_P = \frac{1}{R_T} = 0,370 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La superficie de la partición interior es 77,85 m² y la superficie del cerramiento de cubierta asciende a 124,02 m². La relación entre ambas resulta:

$$A_{iu}/A_{ue} = 0,628$$

La cubierta posee todos los componentes bien sellados, con pequeñas aberturas de ventilación (nivel de estanqueidad 3), y por tanto se encuentra ligeramente ventilada (CASO 1). El cerramiento de cubierta no está aislado, y se obtiene un valor del coeficiente de reducción de temperatura b=0,96.

La transmitancia térmica de la cubierta es:

$$U_{C1} = U_P b = 0,355 \text{ W/m}^2\text{K}$$

que es inferior a 0,49 W/m²K, valor límite para cubiertas.

• Huecos

Este cálculo es aplicable a la parte semitransparente de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior, tales como puertas, ventanas o lucernarios.

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m²K) se determina mediante la expresión:

$$U_H = (1 - FM) U_{H,v} + FM U_{H,m} \quad \text{F. 6}$$

siendo $U_{H,v}$ (W/m²K) la transmitancia térmica de la parte semitransparente, $U_{H,m}$ (W/m²K) la transmitancia térmica del marco, y FM la fracción de hueco ocupada por el marco.

El edificio objeto de este estudio dispone de ventanas acristaladas, puerta acristalada en la fachada posterior y puerta de madera maciza en la fachada principal. Esta última, al no disponer de una parte semitransparente, se considerará de la misma manera que el resto de cerramientos opacos en contacto con el aire exterior.

VENTANAS H1

Los marcos de la totalidad de las ventanas son de madera de densidad media alta ($U_{H,m}=2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$). La parte semitransparente consiste en vidrio doble 4+15+4 ($U_{H,v}=2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$). Ambos valores son inferiores a 3,5 W/m²K, valor límite para huecos.

A continuación se comprueba la transmitancia térmica de cada una de las ventanas presentes en el edificio.

Tipo 1	2,10 m x 1,20 m	Área del hueco (m ²)	2,52
Ubicación	Salón N	Área del marco (m ²)	0,70
	Salón S	FM	0,278
	Dormitorio 1 N	U_{HI,1} (W/m²K)	2,561

Tipo 2	1,40 m x 1,20 m	Área del hueco (m ²)	1,68
Ubicación	Salón O	Área del marco (m ²)	0,56
	Dormitorio 2 S	FM	0,333
		U_{HI,2} (W/m²K)	2,533

Tipo 3	0,45 m x 0,45 m	Área del hueco (m ²)	0,20
Ubicación	Pasillo N	Área del marco (m ²)	0,22
	Pasillo N	FM	1,100
		U_{HI,3} (W/m²K)	2,150

Tipo 4	0,30 m x 0,20 m	Área del hueco (m ²)	0,06
Ubicación	Despensa S	Área del marco (m ²)	0,14
		FM	2,333
		U_{HI,4} (W/m²K)	1,533

Tipo 5	0,80 m x 1,00 m	Área del hueco (m ²)	0,80
Ubicación	Baño S	Área del marco (m ²)	0,40
		FM	0,500
		U_{H1,5} (W/m²K)	2,450

PUERTA ACRISTALADA H3

El marco de la puerta acristalada es metálico con rotura de puente térmico mayor de 12 mm ($U_{H,m}=3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$). La parte semitransparente consiste en vidrio doble 4+15+4 ($U_{H,v}=2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$). Ambos valores son inferiores a $3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$, valor límite para huecos.

A continuación se comprueba la transmitancia térmica de la puerta posterior.

Puerta acristalada	2,00 m x 1,00 m	Área del hueco (m ²)	2,00
Ubicación	Cocina S	Área del marco (m ²)	0,89
		FM	0,445
		U_{H3} (W/m²K)	2,923

PUERTA PRINCIPAL H2

La puerta principal de acceso al edificio es de 5,5 cm de madera maciza ($\lambda=0,21 \text{ W/m K}$). Se comprueba la transmitancia térmica del mismo modo que el resto de cerramientos opacos en contacto con el aire exterior.

Capa	e (m)	λ (W/m K)	R (m ² K/W)
Aire exterior	-	-	0,040
Madera maciza	0,055	0,210	0,262
Aire interior	-	-	0,130
R_T (m²K/W)			0,432

La transmitancia térmica de la puerta es:

$$U_{H2} = \frac{1}{R_T} = 2,315 \text{ W/m}^2\text{K}$$

que es inferior a 3,50 W/m²K, valor límite para huecos.

- **Factor solar modificado de huecos**

El factor solar modificado F en el hueco F_H se determina mediante la expresión:

$$F = F_S [(1 - FM) g_{\perp} + FM 0,04 U_m \alpha] \quad \text{F. 7}$$

siendo F_S el factor de sombra del hueco, FM la fracción de hueco ocupada por el marco, g_⊥ el factor solar de la parte semitransparente del hueco, U_m (W/m²K) la transmitancia térmica del marco del hueco y α la absorptividad del marco obtenida en función de su color.

La única posibilidad de sombra en los huecos (todos menos los orientados al Norte) está en el retranqueo de 37 mm de algunas de las ventanas. El factor de sombra F_S se obtiene de la tabla E.12 de la exigencia básica HE 1, en función de las relaciones entre el retranqueo y la altura del hueco (R/H) y entre el retranqueo y la anchura del hueco (R/W).

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

ORIENTACIONES DE FACHADAS			0,05 < R/W ≤ 0,1	0,1 < R/W ≤ 0,2	0,2 < R/W ≤ 0,5	R/W > 0,5	
		S	0,05 < R/H ≤ 0,1 0,1 < R/H ≤ 0,2 0,2 < R/H ≤ 0,5 RH > 0,5	0,82 0,76 0,56 0,35	0,74 0,67 0,51 0,32	0,62 0,56 0,39 0,27	0,39 0,35 0,27 0,17
		SE/SO	0,05 < R/H ≤ 0,1 0,1 < R/H ≤ 0,2 0,2 < R/H ≤ 0,5 RH > 0,5	0,86 0,79 0,59 0,38	0,81 0,74 0,56 0,36	0,72 0,66 0,47 0,32	0,51 0,47 0,36 0,23
		E/O	0,05 < R/H ≤ 0,1 0,1 < R/H ≤ 0,2 0,2 < R/H ≤ 0,5 R/H > 0,5	0,91 0,86 0,71 0,53	0,87 0,82 0,68 0,51	0,81 0,76 0,61 0,48	0,65 0,61 0,51 0,39

La absorptividad de todos los marcos, de color marrón medio, es de α=0,75.

El factor solar de la parte semitransparente es g_⊥=0,7.

A continuación se calcula el factor solar modificado para todos los huecos de la fachada posterior (Sur) y la ventana de la fachada Oeste.

Tipo 1	2,10 m x 1,20 m	R/H	0,308
Retranqueo	0,37 m	R/W	0,176
Ubicación	Salón S	F _S	0,510
		F	0,267

Tipo 2	1,40 m x 1,20 m	R/H	0,308
Retranqueo	0,37 m	R/W	0,264
Ubicación	Salón O	F _S	0,610
		F	0,298

Tipo 2	1,40 m x 1,20 m	R/H	0,308
Retranqueo	0,37 m	R/W	0,264
Ubicación	Dormitorio 2 S	F _S	0,390
		F	0,191

Tipo 5	0,80 m x 1,00 m	R/H	0,370
Retranqueo	0,37 m	R/W	0,463
Ubicación	Baño S	F _S	0,390
		F	0,149

- **Puentes térmicos**

A efectos de limitación de la demanda, deben incluirse los puentes térmicos cuya superficie supere los 0,5 m² y estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.

PILARES PT1

Capa	e (m)	λ (W/m K)	R (m²K/W)
Aire exterior	-	-	0,040
Piedra caliza de dureza media	0,135	1,400	0,096
Medio pie de ladrillo perforado	0,115	0,667	0,172
Poliestireno expandido	0,050	0,046	1,087
Pilar de HA-25	0,300	2,300	0,130
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040	0,445	0,090
Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026
Aire interior	-	-	0,130
R_T (m²K/W)			1,772

La transmitancia térmica en los pilares de fachada es:

$$U_{PT1} = \frac{1}{R_T} = 0,564 \text{ W/m}^2\text{K}$$

CAJAS DE PERSIANA PT2

Capa	e (m)	λ (W/m K)	R (m ² K/W)
Aire exterior	-	-	0,040
Madera maciza	0,210	0,012	0,057
Fibra de vidrio	0,060	0,050	1,200
Madera maciza	0,210	0,012	0,057
Aire interior	-	-	0,130
R_T (m²K/W)			1,484

La transmitancia térmica en las cajas de persiana es:

$$U_{PT2} = \frac{1}{R_T} = 0,674 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2.2.2.6. Limitación de la demanda energética

En el punto anterior se ha realizado la comprobación de cada una de las transmitancias térmicas de los cerramientos que conforman la envolvente térmica del edificio.

- Parámetros característicos medios**

Han de calcularse los parámetros característicos medios (transmitancia térmica U y factor solar modificado F) para cada uno de los tipos constructivos (cubiertas, suelos, muros de fachada, cerramientos en contacto con el terreno, huecos de fachadas y lucernarios) ponderando los parámetros correspondientes a cada cerramiento según su fracción de área en relación con el área total de la categoría a la que pertenece.

Estos valores no deben superar los valores establecidos en la tabla 2.2 de la exigencia básica HE 1 para la zona climática D2:

ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,31$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

CUBIERTAS

El edificio objeto de estudio únicamente dispone de una cubierta en contacto con un espacio no habitable. No existen puentes térmicos mayores de $0,5 \text{ m}^2$ ni lucernarios. Por tanto, el valor medio de la transmitancia térmica U_{Cm} para las cubiertas del edificio se corresponde con el de la transmitancia de la cubierta C1:

$$U_{Cm} = \frac{\sum A_{C1} U_{C1}}{\sum A_{C1}} = U_{C1} = 0,370 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

que es inferior a $0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, valor límite para la transmitancia térmica de cubiertas.

FACHADAS

El edificio objeto de estudio dispone de muros M1 en sus cuatro fachadas. Asimismo, se consideran los puentes térmicos en pilares P1 (fachadas Este y Oeste) y en cajas de persiana P2 (fachadas Norte, Sur y Oeste) al superar los $0,5 \text{ m}^2$ para determinar la transmitancia térmica U_{Mm} de las fachadas.

Fachada Norte:

$$U_{Mm,N} = \frac{\sum A_{M1} U_{M1} + \sum A_{P2} U_{P2}}{\sum A_{M1} + \sum A_{P2}} = 0,604 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

que es inferior a $0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, valor límite para la transmitancia térmica de fachada.

Fachada Sur:

$$U_{Mm,S} = \frac{\sum A_{M1} U_{M1} + \sum A_{P2} U_{P2}}{\sum A_{M1} + \sum A_{P2}} = 0,606 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

que es inferior a $0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, valor límite para la transmitancia térmica de fachada.

Fachada Oeste:

$$U_{Mm,O} = \frac{\sum A_{M1} U_{M1} + \sum A_{P1} U_{P1} + \sum A_{P2} U_{P2}}{\sum A_{M1} + \sum A_{P1} + \sum A_{P2}} = \mathbf{0,598\ W/m^2K}$$

que es inferior a 0,66 W/m²K, valor límite para la transmitancia térmica de fachada.

Fachada Este:

$$U_{Mm,E} = \frac{\sum A_{M1} U_{M1} + \sum A_{P1} U_{P1}}{\sum A_{M1} + \sum A_{P1}} = \mathbf{0,599\ W/m^2K}$$

que es inferior a 0,66 W/m²K, valor límite para la transmitancia térmica de fachada.

Asimismo, se habrán de comprobar la transmitancia térmica media (U_H) y el factor solar modificado (F_H) de los huecos en cada una de las fachadas.

Fachada Norte:

$$U_{Hm,N} = \frac{\sum A_H U_H}{\sum A_H} = \mathbf{2,473\ W/m^2K}$$

que es inferior a 2,50 W/m²K, valor límite para la transmitancia térmica de huecos en fachadas orientadas al Norte con un 28,50% de huecos.

Fachada Sur:

$$U_{Hm,S} = \frac{\sum A_H U_H}{\sum A_H} = \mathbf{2,636\ W/m^2K}$$

que es inferior a 3,50 W/m²K, valor límite para la transmitancia térmica de huecos en fachadas orientadas al Sur con un 24,90% de huecos.

$$F_{Hm,S} = \frac{\sum A_H F}{\sum A_H} = \mathbf{0,086}$$

No es preciso realizar la comprobación del factor solar modificado para la fachada Sur con baja carga interna.

Fachada Oeste:

$$U_{Hm,O} = \frac{\sum A_H U_H}{\sum A_H} = \mathbf{2,533\ W/m^2K}$$

que es inferior a 3,50 W/m²K, valor límite para la transmitancia térmica de huecos en fachadas orientadas al Oeste con un 16,30% de huecos.

$$F_{Hm,0} = \frac{\sum A_H F}{\sum A_H} = 0,177$$

ççNo es preciso realizar la comprobación del factor solar modificado para la fachada Oeste al disponer de solo un 16,30% de huecos y baja carga interna.

Fachada Este:

La fachada Este carece de huecos.

SUELOS

El edificio objeto de estudio únicamente dispone de una solera apoyada sobre el terreno. Por tanto, el valor medio de la transmitancia térmica U_{sm} para los suelos del edificio se corresponde con el de la transmitancia de la solera S1:

$$U_{sm} = \frac{\sum A_{S1} U_{S1}}{\sum A_{S1}} = U_{S1} = 0,486 \text{ W/m}^2\text{K}$$

que es inferior a 0,49 W/m²K, valor límite para la transmitancia térmica de suelos.

2.2.2.7. Permeabilidad al aire

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, no superará los 27 m³/h m².

Se considerarán válidos los huecos y lucernarios de clase 2, clase 3 y clase 4, clasificados según la norma UNE EN 12207:2000 y ensayados según la norma UNE EN 1026:2000 para las zonas climáticas D.

2.2.2.8. Comprobación de la limitación de condensaciones

El edificio objeto del presente proyecto se encuentra en la localidad de Arcones, provincia de Segovia, a una altitud de 1.140 metros sobre el nivel del mar.

Las condiciones exteriores para el cálculo de condensaciones se tomarán de los valores medios del mes de enero en la localidad donde se ubique el edificio. En el caso de localidades diferentes de la capital de provincia (Segovia, 1.013 metros), se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia minorada en 1 °C por cada 100 metros. La humedad relativa se calculará suponiéndola igual a la de la capital de provincia.

- Temperatura exterior: 3,1 °C
- Humedad exterior: 75%

Las condiciones interiores de diseño son las siguientes:

- Temperatura interior: 22 °C
- Humedad relativa interior: 45%

Se comprobará la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales.

- **Condensaciones superficiales**

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$.

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} se obtiene según la expresión:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25 \quad \text{F. 8}$$

siendo U ($\text{W/m}^2\text{K}$) la transmitancia térmica de cada cerramiento.

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$ para zonas climáticas D con clase de higrometría 3 o inferior es 0,61.

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima verificado con anterioridad asegura, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de condensaciones superficiales. No así en puentes térmicos. Se procede a su comprobación de todos los cerramientos.

CUBIERTA C1 ($U=0,355 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

$$f_{Rsi,C1} = 0,911$$

MUROS M1 ($U=0,602 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

$$f_{Rsi,M1} = 0,850$$

SUELOS S1 ($U=0,486 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

$$f_{Rsi,S1} = 0,879$$

PILARES P1 ($U=0,564 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

$$f_{Rsi,P1} = 0,859$$

CAJAS DE PERSIANA P2 ($U=0,674 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

$$f_{Rsi,P2} = 0,832$$

Todos los valores obtenidos son superiores a 0,61, factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

- **Condensaciones intersticiales**

La comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Estarán exentos de comprobación aquellos cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento. Este último caso es el de los muros de fachada del edificio. No obstante, se realizan los cálculos como comprobación del efecto de la barrera de vapor.

Para cada cerramiento se calculará la distribución de temperaturas, de presiones de vapor y de presiones de vapor de saturación para cada temperatura.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA

El cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} (°C) se lleva a cabo mediante la expresión:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad \text{F. 9}$$

siendo θ_i (°C) y θ_e (°C) las temperaturas interior y exterior de diseño, R_T (m²K/W) la resistencia térmica total del componente constructivo y R_{se} (m²K/W) la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior.

El cálculo de la temperatura θ_j (°C) en la capa j-ésima que compone el elemento constructivo se lleva a cabo mediante la expresión:

$$\theta_j = \theta_{j-1} + \frac{R_j}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad \text{F. 10}$$

siendo θ_{j-1} (°C) la temperatura superficial de la capa anterior (j-1) y R_n (m²K/W) la resistencia térmica superficial de la capa correspondiente.

El cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} (°C) se lleva a cabo mediante la expresión:

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad \text{F. 11}$$

siendo θ_n (°C) la temperatura superficial de la última capa y R_{si} (m²K/W) la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior.

DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN DE VAPOR DE SATURACIÓN

La presión de vapor de saturación $P_{sat}(\theta)$ (Pa) en función de la temperatura θ (°C) de cada capa se calcula mediante las expresiones:

$$P_{sat}(\theta \geq 0^\circ\text{C}) = 610,5 e^{\frac{17,269 \theta}{237,3+\theta}} \quad \text{F. 12}$$

$$P_{sat}(\theta < 0^\circ\text{C}) = 610,5 e^{\frac{21,875 \theta}{265,5+\theta}} \quad \text{F. 13}$$

DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE VAPOR

La presión de vapor del aire interior P_i (Pa) y la presión de vapor del aire exterior P_e (Pa) se calculan mediante las expresiones:

$$P_i = \phi_i P_{sat}(\theta_i) \quad \text{F. 14}$$

$$P_e = \phi_e P_{sat}(\theta_e) \quad \text{F. 15}$$

siendo ϕ_i la humedad relativa del ambiente interior y exterior respectivamente y $P_{sat}(\theta_i)$ (Pa) y $P_{sat}(\theta_e)$ (Pa) la presión de saturación a la temperatura del aire interior y del aire exterior respectivamente.

El espesor de aire equivalente S_d (m) de cada capa frente a la difusión del vapor de agua se calcula mediante la expresión:

$$S_d = e \mu_n \quad \text{F. 16}$$

siendo e (m) el espesor de la capa y μ_n el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, tomado de Documentos Reconocidos.

El cálculo de la presión de vapor P_j (Pa) en la capa j -ésima que compone el elemento constructivo se lleva a cabo mediante la expresión:

$$P_j = P_{j-1} + \frac{S_{d(j-1)}}{\sum S_d} (P_i - P_e) \quad \text{F. 17}$$

siendo P_{j-1} (Pa) la presión de vapor en la capa anterior.

RESULTADOS MUROS M1

	Capa	e (m)	λ (W/m K)	R (m ² K/W)	μ	S _d (m)
0	Aire exterior	-	-	0,040	-	-
1	Piedra caliza de dureza media	0,135	1,400	0,096	40	5,40
2	Medio pie de ladrillo perforado	0,115	0,667	0,172	10	1,15
3	Enfoscado de mortero de cemento	0,015	1,000	0,015	10	0,15
4	Poliestireno expandido	0,050	0,046	1,087	20	1,00
5	Barrera de vapor	0,00016	0,036	0,004	680000	108,80
6	Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040	0,445	0,090	10	0,40
7	Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026	6	0,09
8	Aire interior	-	-	0,130	-	-
			R_T (m ² K/W)	1,661	ΣS_d (m)	116,99

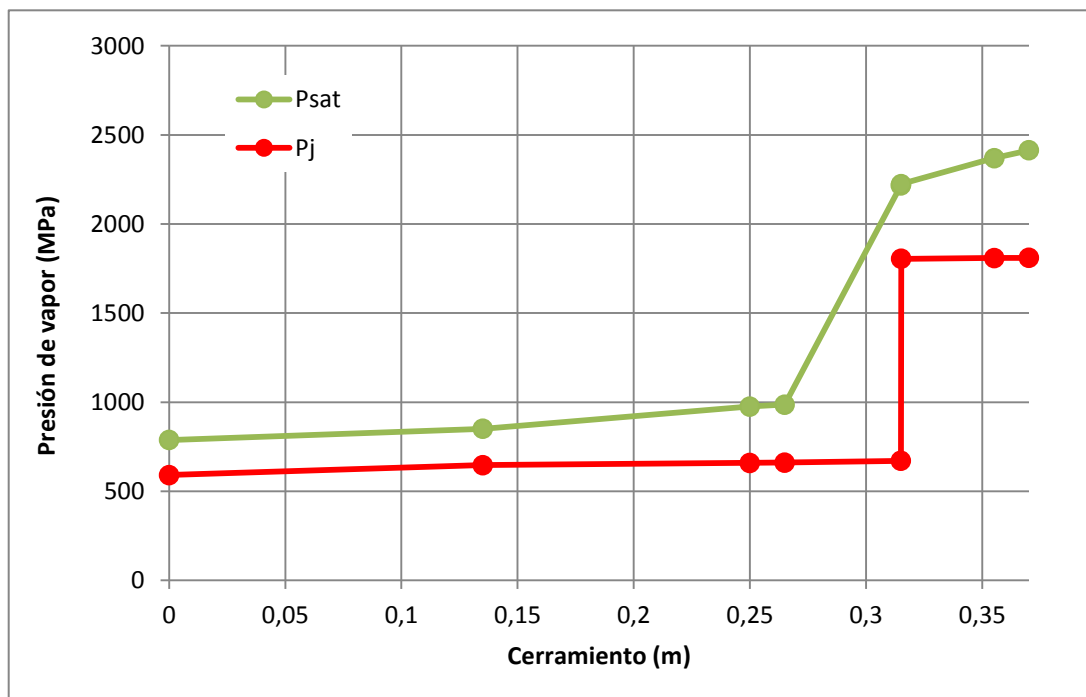
La presión de vapor de aire interior es:

$$P_i = \phi_i P_{sat}(\theta_i) = 1810,060 \text{ Pa}$$

La presión de vapor de aire exterior es:

$$P_e = \phi_e P_{sat}(\theta_e) = 590,806 \text{ Pa}$$

	Capa	θ_j (°C)	$P_{sat}(\theta_j)$ (Pa)	P_j (Pa)	Verificación $P_j < P_{sat}(\theta_e)$
0	Aire exterior	3,55	-	-	-
1	Piedra caliza de dureza media	4,65	787,741	590,806	OK
2	Medio pie de ladrillo perforado	6,61	850,910	647,084	OK
3	Enfoscado de mortero de cemento	6,78	975,058	659,069	OK
4	Poliestireno expandido	19,15	986,577	660,632	OK
5	Barrera de vapor	19,20	2216,610	671,054	OK
6	Tabique de ladrillo hueco sencillo	20,22	2223,602	1804,953	OK
7	Enlucido de yeso	20,52	2369,230	1809,122	OK
8	Aire interior	22,00	2413,413	1810,060	OK



RESULTADOS PILARES P1

Capa		e (m)	λ (W/m K)	R (m ² K/W)	μ	S _d (m)
0	Aire exterior	-	-	0,040	-	-
1	Piedra caliza de dureza media	0,135	1,400	0,096	40	5,40
2	Medio pie de ladrillo perforado	0,115	0,667	0,172	10	1,15
3	Poliestireno expandido	0,050	0,046	1,087	20	1,00
4	Pilar de hormigón HA-25	0,300	2,300	0,130	80	24,00
5	Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040	0,445	0,090	10	0,40
6	Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026	6	0,09
7	Aire interior	-	-	0,130	-	-
			R_T (m²K/W)	1,772	ΣS_d (m)	32,04

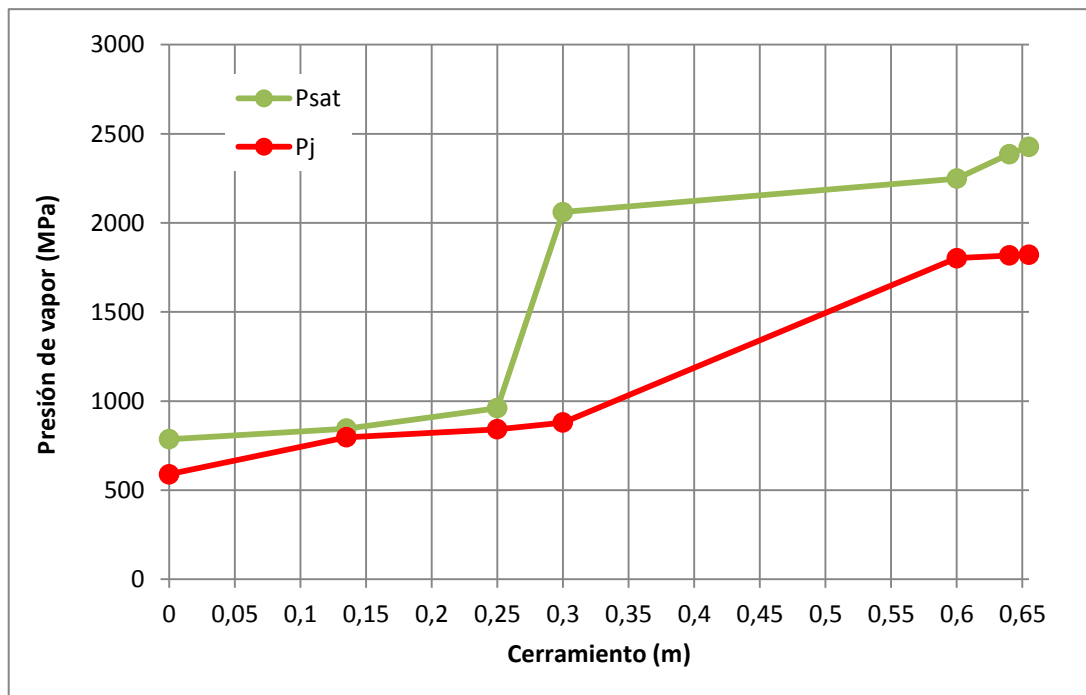
La presión de vapor de aire interior es:

$$P_i = \phi_i P_{sat}(\theta_i) = 1820,419 \text{ Pa}$$

La presión de vapor de aire exterior es:

$$P_e = \phi_e P_{sat}(\theta_e) = 589,617 \text{ Pa}$$

	Capa	θ_j (°C)	$P_{sat}(\theta_j)$ (Pa)	P_j (Pa)	Verificación $P_j < P_{sat}(\theta_e)$
0	Aire exterior	3,53	-	-	-
1	Piedra caliza de dureza media	4,55	786,157	589,617	OK
2	Medio pie de ladrillo perforado	6,39	845,138	797,056	OK
3	Poliestireno expandido	17,98	960,380	841,233	OK
4	Pilar de hormigón HA-25	19,37	2060,730	879,647	OK
5	Tabique de ladrillo hueco sencillo	20,33	2248,009	1801,596	OK
6	Enlucido de yeso	20,61	2385,581	1816,962	OK
7	Aire interior	22,00	2427,225	1820,419	OK



2.2.3. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

2.2.3.1. FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		D2	Zona de baja c. i.		<input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
MUROS (U_{Mm} y U_{Tm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Z	Muro M1	18,68	0,602	11,245	$\Sigma A =$	19,23
	Caja Persiana P2	0,55	0,674	0,371	$\Sigma A \cdot U =$	11,616
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,604
E	Muro M1	19,56	0,602	11,775	$\Sigma A =$	21,26
	Pilar P1	1,70	0,564	0,960	$\Sigma A \cdot U =$	12,736
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,599
O	Muro M1	8,61	0,602	5,183	$\Sigma A =$	10,69
	Pilar P1	1,70	0,564	0,960	$\Sigma A \cdot U =$	6,396
	Caja Persiana P2	0,38	0,674	0,253	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,598
S	Muro M1	21,29	0,602	12,817	$\Sigma A =$	22,44
	Caja Persiana P2	1,15	0,674	0,775	$\Sigma A \cdot U =$	13,592
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,606
SE					$\Sigma A =$	
					$\Sigma A \cdot U =$	
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
SO					$\Sigma A =$	
					$\Sigma A \cdot U =$	
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
C-TER					$\Sigma A =$	
					$\Sigma A \cdot U =$	
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
SUELOS (U_{Sm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Suelo S1		77,85	0,486	37,835	$\Sigma A =$	77,85
					$\Sigma A \cdot U =$	37,835
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,486
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Cubierta C1		77,85	0,370	28,805	$\Sigma A =$	77,85
					$\Sigma A \cdot U =$	28,805
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,370
Tipos		A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados	
					$\Sigma A =$	
					$\Sigma A \cdot F =$	
					$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	

ZONA CLIMÁTICA		D2		Zona de baja c. i.		<input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga interna	
% de huecos		16					
HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados	
Z	Ventana H1 T. 1	5,04	2,561	12,907		$\Sigma A =$	7,44
	P. principal H2	2,00	2,315	4,630		$\Sigma A \cdot U =$	18,397
	Ventana H1 T. 3	0,40	2,150	0,860		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,473
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
W							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
O	Ventana H1 T. 2	1,68	2,533		4,255		$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
S	Ventana H1 T. 1	2,52	2,561		6,454		$\Sigma A =$
	Ventana H1 T. 4	0,06	1,533		0,092		$\Sigma A \cdot U =$
	P. acristalada H3	2,00	2,923		5,846		$\Sigma A \cdot F =$
	Ventana H1 T. 5	0,80	2,45		1,960		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
	Ventana H1 T. 2	1,68	2,533		4,255		$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
ES							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
OS							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

2.2.3.2. FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D2	Zona de baja c. i.	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxproy}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0.602	≤ 0.86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0.486	≤ 0.64
Cubiertas	0.370	≤ 0.49
Vidrios de huecos y lucernarios	2.200	≤ 3.5
Marcos de huecos y lucernarios	2.700	
Medianerías		≤ 1

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		≤ 1.2 W/m ² K
--	--	--------------------------

MUROS DE FACHADA		HUECOS Y LUCERNARIOS				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.604	≤ 0.66	2.473	≤ 2.5	0.000	≤ 0
E	0.599		0.000	≤ 3.5	0.000	
O	0.598		2.533		0.000	
S	0.606		2.636	≤ 3.5	0.000	
SE	0.000		0.000	≤ 3.5	0.000	
SO	0.000		0.000		0.000	

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	F_{Lm}	F_{Llim}
0.000	≤ 0.66	0.486	≤ 0.49	0.370	≤ 0.38	0.000	≤ 0.31

(1) $U_{maxproy}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{maxproy}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

2.2.3.3. FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones

CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS									
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
Cubierta C1	f_{Rsi}	0,911	$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}	0,61	P_n						
Muro M1	f_{Rsi}	0,85	$P_{sat,n}$	851	975	987	2217	224	2369
	f_{Rmin}	0,61	P_n	647	659	661	671	1805	1809
Suelo S1	f_{Rsi}	0,579	$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}	0,61	P_n						
Pilar P1	f_{Rsi}	0,859	$P_{sat,n}$	845	960	2061	2248	2386	2427
	f_{Rmin}	0,61	P_n	797	841	880	1802	1817	1820
C. Persiana P2	f_{Rsi}	0,832	$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}	0,61	P_n						
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}		P_n						
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}		P_n						
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$						
	f_{Rmin}		P_n						

2.3. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.3.1. CONDICIONES DE DISEÑO

2.3.1.1. Condiciones interiores

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios establece a través de su Instrucción Técnica I.T. 1.1.4.1.2 que las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

Para personas con actividad metabólica sedentaria (1,2 met), con grado de vestimenta de 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15 por ciento, se establece una temperatura operativa de entre 21 y 23 °C y una humedad relativa de entre 40 y 50 % en invierno.

Se escogen los siguientes valores para el diseño de la calefacción:

- Temperatura interior: 22 °C
- Humedad relativa interior: 45 %

2.3.1.2. Condiciones exteriores

La Norma UNE 100014 recomienda tomar como condiciones exteriores para invierno las correspondientes al nivel percentil 97,5 en edificios residenciales.

La Guía Técnica “Condiciones climáticas exteriores de proyecto” editada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía presenta datos estadísticos obtenidos en la ciudad de Segovia, capital de la provincia en la que está situado el edificio. Se decide minorar en 1°C todos estos datos para adecuarlos al desnivel entre la localidad de Arcones y la capital de provincia.

Se escogen los siguientes valores para el diseño de la calefacción:

- Temperatura exterior: -4,4 °C
- Humedad relativa exterior: 85 %

Del mismo documento se obtiene los datos relativos a los vientos de la zona:

- Velocidad media del viento: 2,38 m/s
- Dirección predominante del viento: NO

Otras temperaturas:

- Temperatura de locales no calefactados: 12 °C
- Temperatura media del terreno: 10,8 °C

2.3.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, es preciso suministrar al mismo, en cada instante, una potencia calorífica que equilibre el balance entre las pérdidas de calor que experimenta el local, debidas a la transmisión a través de sus cerramientos y a las entradas de aire exterior por ventilación e infiltraciones, y las ganancias de calor debidas a aportaciones interna.

La carga térmica del local Q (W) será:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_T + \dot{Q}_A - \sum \dot{Q}_I \quad \text{F. 18}$$

siendo Q_T (W) las pérdidas por transmisión, Q_A (W) las pérdidas por entrada de aire exterior y Q_I (W) las ganancias de calor por aportaciones internas.

2.3.2.1. Cálculo de pérdidas por transmisión

Con el objeto de determinar la capacidad del sistema de calefacción se han supuesto las condiciones del ambiente exterior constantes en el tiempo.

En estas circunstancias, el flujo de calor Q_{To} (W) transmitido a través de los cerramientos se corresponde con las pérdidas estacionarias del cerramiento, dadas por:

$$\dot{Q}_{To} = \sum A U (T_i - T_e) \quad \text{F. 19}$$

siendo A (m^2) el área del cerramiento, U ($W/m^2 K$) su coeficiente de transmisión térmica, T_i ($^{\circ}C$) la temperatura del ambiente interior y T_e ($^{\circ}C$) la temperatura del ambiente exterior.

Se realiza el cálculo de las pérdidas estacionarias para cada uno de los cerramientos del edificio.

SALÓN	Orient.	A (m^2)	U ($W/m^2 K$)	T_i ($^{\circ}C$)	T_e ($^{\circ}C$)	Q (W)
Muro M1	N	8,46	0,602	22,0	-4,4	134,45
Muro M1	E	4,34	0,602	22,0	-4,4	68,97
Muro M1	O	17,66	0,602	22,0	-4,4	280,67
Muro M1	S	4,73	0,602	22,0	-4,4	75,17
Suelo S1	-	26,33	0,486	22,0	10,8	143,32
Techo C1	-	26,33	0,361	22,0	12,0	95,05

Ventana H1 T. 1	N	2,52	2,561	22,0	-4,4	170,38
Ventana H1 T. 2	O	1,68	2,533	22,0	-4,4	112,34
Ventana H1 T. 1	S	2,52	2,561	22,0	-4,4	170,38
				Q_{TO} (W)		1250,74

PASILLO	Orient.	A (m ²)	U (W/m ² K)	T _i (°C)	T _e (°C)	Q (W)
Muro M1	N	1,61	0,602	22,0	-4,4	25,59
Suelo S1	-	6,44	0,486	22,0	10,8	35,05
Techo C1	-	6,44	0,361	22,0	12,0	23,25
Puerta H2	N	2,00	2,315	22,0	-4,4	122,23
Ventanas H1 T. 3	N	0,4	2,15	22,0	-4,4	22,70
				Q_{TO} (W)		228,83

HABIT. 1	Orient.	A (m ²)	U (W/m ² K)	T _i (°C)	T _e (°C)	Q (W)
Muro M1	N	8,61	0,602	22,0	-4,4	136,84
Muro M1	E	8,12	0,602	22,0	-4,4	129,05
Muro M1	O	4,34	0,602	22,0	-4,4	68,97
Suelo S1	-	13,88	0,486	22,0	10,8	75,55
Techo C1	-	13,88	0,361	22,0	12,0	50,11
Ventana H1 T. 1	N	2,52	2,561	22,0	-4,4	170,38
				Q_{TO} (W)		630,90

HABIT. 2	Orient.	A (m²)	U (W/m² K)	T_i (°C)	T_e (°C)	Q (W)
Muro M1	E	11,44	0,602	22,0	-4,4	181,81
Muro M1	S	6,53	0,602	22,0	-4,4	103,78
Suelo S1	-	12,20	0,486	22,0	10,8	66,41
Techo C1	-	12,20	0,361	22,0	12,0	44,04
Ventana H1 T. 2	S	1,68	2,533	22,0	-4,4	112,34
					Q_{TO} (W)	508,39

BAÑO	Orient.	A (m²)	U (W/m² K)	T_i (°C)	T_e (°C)	Q (W)
Muro M1	S	3,93	0,602	22,0	-4,4	62,46
Suelo S1	-	6,03	0,486	22,0	10,8	32,82
Techo C1	-	6,03	0,361	22,0	12,0	21,77
Ventana H1 T. 5	S	0,80	2,450	22,0	-4,4	51,74
					Q_{TO} (W)	168,79

COCINA	Orient.	A (m²)	U (W/m² K)	T_i (°C)	T_e (°C)	Q (W)
Muro M1	S	3,77	0,602	22,0	-4,4	59,92
Suelo S1	-	7,35	0,486	22,0	10,8	16,60
Techo C1	-	7,35	0,361	22,0	12,0	26,53
Puerta H3	S	2,00	2,923	22,0	-4,4	154,33
					Q_{TO} (W)	280,79

DESPENSA	Orient.	A (m ²)	U (W/m ² K)	T _i (°C)	T _e (°C)	Q (W)
Muro M1	S	2,33	0,602	22,0	-4,4	37,03
Suelo S1	-	3,05	0,486	22,0	10,8	16,60
Techo C1	-	3,05	0,361	22,0	12,0	11,01
Ventana H1 T. 4	S	0,06	1,533	22,0	-4,4	2,43
Q_{TO} (W)						67,07

Las pérdidas estacionarias del edificio ascienden a:

$$\dot{Q}_{TO} = \sum A U (T_i - T_e) = 3135,51 \text{ W}$$

- **Suplementos por interrupción de servicio y por orientación**

En determinadas circunstancias, consideraciones de ahorro energético indican la conveniencia de interrumpir el servicio de calefacción durante una parte del día. En la actualidad, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios no exige nada a este respecto. Sin embargo, se considera necesario tener en cuenta este aumento extra en la demanda de energía. Se consideran las siguientes clases de servicio:

- Servicio ininterrumpido.
- Clase A: marcha reducida durante la noche.
- Clase B: interrupción del servicio no superior a 11 horas diarias.
- Clase C: interrupción del servicio superior a 11 horas diarias.

Se define el coeficiente C_A (W/m² K) de la siguiente forma:

$$C_A = \frac{\dot{Q}_{TO}}{A_T (T_i - T_e)} \quad \text{F. 20}$$

Siendo A_T (m²) el área total de la superficie que limita al recinto considerado.

Por otro lado, la presencia de zonas frías en los cerramientos, por ejemplo en las superficies acristaladas, puede obligar a calentar el ambiente hasta un valor relativamente alto.

Ambos efectos se engloban en el **suplemento por interrupción de servicio Z_{IS}** , cuyo valor puede obtenerse en función del coeficiente C_A y de la clase de servicio de la siguiente tabla:

SUPLEMENTO POR INTERRUPCION DE SERVICIO, Z_{IS}				
Clase de servicio	$0,1 \leq C_A \leq 0,3$	$0,3 \leq C_A \leq 0,7$	$0,7 \leq C_A \leq 1,5$	$C_A \geq 1,5$
A	0,07	0,07	0,07	0,07
B	0,20	0,15	0,15	0,15
C	0,30	0,25	0,20	0,15

También resulta preciso considerar la diferente exposición del local a la radiación solar y al efecto de los vientos. A este efecto, la orientación de un local viene dada por:

- La situación de la pared exterior en habitaciones con una sola pared exterior.
- La situación del ángulo en habitaciones con dos paredes exteriores.
- La situación de máximo suplemento en habitaciones con más paredes exteriores.

El **suplemento por orientación Z_O** se obtiene mediante la siguiente tabla:

SUPLEMENTO POR ORIENTACION Z_O					
Orientación	S	SO y SE	O y E	NO y NE	N
Z_O	-0,050	-0,025	0,000	0,025	0,050

Así, la carga térmica de transmisión Q_T (W) de cada local vendrá dada por:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_{TO} (1 + Z_{IS} + Z_O) \quad \text{F. 21}$$

Se realiza el cálculo de los suplementos y de la carga térmica de transmisión para cada local, considerando una interrupción del servicio no superior a 11 horas diarias (Clase B), del lado de la seguridad, aunque se recomienda únicamente la reducción de la marcha durante la noche ante el clima tan severo en la localidad.

Local	Q_{TO} (W)	A_T (m ²)	C_A (W/m ² K)	Z_{IS}	Orient.	Z_O	Q_T (W)
Salón	1250,74	94,57	0,50	0,15	NO	0,025	1469,62
Pasillo	228,83	16,89	0,51	0,15	N	0,050	274,60
Habitación 1	630,90	51,35	0,47	0,15	NE	0,025	741,31

Habitación 2	508,39	44,05	0,44	0,15	SE	-0,025	571,94
Baño	168,79	16,79	0,38	0,15	S	-0,050	185,67
Cocina	280,79	20,47	0,52	0,15	S	-0,050	308,87
Despensa	67,07	8,49	0,30	0,15	S	-0,050	73,78
						Q_T (W)	3625,78

2.3.2.2. Cálculo de pérdidas por entradas de aire exterior

Las pérdidas por entradas de aire exterior Q_A (W) responden a la carga térmica que supone el calentamiento del aire frío que penetra en el local, bien por infiltraciones a través de los cerramientos o bien por las necesidades de ventilación del local. Estas pueden caracterizarse con la expresión:

$$\dot{Q}_A = \dot{V}_A \rho_a c_{pa} (T_i - T_e) \quad \text{F. 22}$$

siendo V_A (l/s) el caudal de aire exterior, ρ_a (kg/m³) la densidad del aire, c_{pa} (J/kg K) el calor específico a presión constante del aire y T_i y T_e las temperaturas interior y exterior.

Teniendo en cuenta el margen de temperaturas que se manejan en calefacción, puede considerarse que $\rho_a c_{pa} = 1.230 \text{ J/m}^3\text{K}$.

El valor de las infiltraciones resulta muy inferior a los valores de renovación incluidos en la exigencia básica HS 3 “Calidad del aire interior” del Código Técnico de la Edificación, por lo que se tomarán los caudales de aire exterior en función de estos últimos.

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2 ⁽¹⁾	50 por local ⁽²⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

⁽²⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Para la determinación de los caudales, se estiman dos ocupantes en cada habitación y en el pasillo y cuatro ocupantes en el salón.

Local	Ocupantes	Área (m ²)	V ₁ (l/s)	V _A (l/s)	Q _A (W)
Salón	4	-	3,0	12,0	389,66
Pasillo	2	-	3,0	6,00	194,83
Habitación 1	2	-	5,0	10,0	324,72
Habitación 2	2	-	5,0	10,0	324,72
Baño	-	-	15,0	15,0	487,08
Cocina	-	7,35	2,0	14,7	477,34
Despensa	-	3,05	0,7	2,1	65,65
				Q_A (W)	2264,01

2.3.2.3. Cálculo de ganancias de calor

En gran parte de los locales a calefactar, durante el periodo de tiempo en que son exigibles unas condiciones interiores confortables, existen simultáneamente aportaciones gratuitas de calor. En el caso de una vivienda unifamiliar, generalmente las ganancias de calor pueden considerarse despreciables a efectos de dimensionamiento. Con el fin de no sobredimensionar innecesariamente la instalación –aunque sea ligeramente– en el presente estudio se calculan las ganancias de calor.

- **Ganancias de calor por iluminación**

Los niveles de iluminación usuales en viviendas oscilan entre 2 y 5 W/m². Se escoge el valor más seguro (2 W/m²). Para la superficie del edificio (75,28 m²), se tiene una ganancia de calor de:

$$\dot{Q}_{il} = 150,56 \text{ W}$$

- **Ganancias de calor de los ocupantes**

Las ganancias de calor por ocupación varían en función del tipo de ocupación (varón adulto, mujer adulta o niño) y del nivel de actividad (reposo, moderada, fuerte o trabajo pesado). En nuestro edificio, se considera un nivel de actividad de reposo para dos varones adultos (114 W/ocupante) y dos mujeres adultas (97 W/ocupante). Se tiene una ganancia de calor de:

$$\dot{Q}_{oc} = 422,00 \text{ W}$$

Por tanto, se consideran unas ganancias de calor totales de:

$$\dot{Q}_I = \dot{Q}_{il} + \dot{Q}_{oc} = 572,56 \text{ W}$$

2.3.2.4. Demanda calorífica total

Se reúnen en la siguiente tabla las pérdidas por transmisión y por entrada de aire exterior en cada local, además de las ganancias de calor obtenidas en el conjunto del edificio.

Local	Q _T (W)	Q _A (W)	Q' (W)
Salón	1469,62	389,66	1859,28
Pasillo	274,60	194,83	469,43
Habitación 1	741,31	324,72	1066,03
Habitación 2	571,94	324,72	896,66
Baño	185,67	487,08	672,75
Cocina	308,87	477,34	786,21
Despensa	73,78	65,65	139,43
		Q' (W)	5889,78
		Q _I (W)	-572,56
		Q (W)	5317,22

2.3.3. SUELO RADIANTE

2.3.3.1. Localización de los colectores

Los colectores se deben situar en un lugar centrado respecto a la zona calefactable a la que dan servicio, y que además no distorsione el aspecto estético del espacio habitable.

Se instalará un único colector en la despensa de la vivienda.

2.3.3.2. Diseño de circuitos

Cada local será calefactado por circuitos independientes, con el fin de poder regular la temperatura de los mismos de forma independiente.

La longitud L (m) de cada uno de los circuitos se calcula mediante la expresión:

$$L = A/e + 2 I \quad \text{F. 23}$$

siendo A (m^2) el área a calefactar cubierta por el circuito, e (m) la distancia entre tubos e I (m) la distancia entre el colector y el área a calefactar.

Se utilizará tubería UPONOR evalPEX 16x1,8 y la distancia entre tubos será de 20 cm.

Local	A (m ²)	e (m)	I (m)	L (m)
Salón	26,33	0,20	3,00	137,65
Pasillo	6,44	0,20	2,50	37,20
Habitación 1	13,88	0,20	4,50	78,40
Habitación 2	12,20	0,20	8,50	78,00
Baño	6,03	0,20	8,00	46,15
Cocina	7,35	0,20	0,50	37,75
Despensa	3,05	0,20	0,00	15,25

2.3.3.3. Temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento T_s (°C) se calcula mediante la expresión:

$$T_s = T_i + \frac{\dot{Q}}{A \alpha} \quad \text{F. 24}$$

siendo T_i (°C) la temperatura interior de diseño del local, Q (W) la carga térmica del local, A (m²) el área a calefactar y α (W/m² K) el coeficiente de transmisión de calor del suelo radiante (12 W/m² K).

Para evitar problemas fisiológicos, la norma UNE-EN 1264 establece valores límites de temperatura máxima superficial del suelo, siendo 29 °C para las zonas de permanencia, 35°C para las zonas de no permanencia y 33°C para los espacios húmedos.

Local	Q (W)	A (m2)	T _i (°C)	T _s (°C)
Salón	1859,28	26,33	22,0	27,9
Pasillo	469,43	6,44	22,0	28,1
Habitación 1	1066,03	13,88	22,0	28,4
Habitación 2	896,66	12,20	22,0	28,1
Baño	672,75	6,03	22,0	31,3
Cocina	786,21	7,35	20,0	28,9
Despensa	139,43	3,05	22,0	25,8

La temperatura interior de diseño del local “Cocina” será de 20 °C y no de 22 °C para garantizar que la temperatura superficial del pavimento no sobrepase los 29 °C.

2.3.3.4. Temperatura del agua

El salto térmico entre el agua de impulsión y el de retorno se fija en 10 °C.

La temperatura media del agua en las tuberías emisoras T_a (°C) se calcula mediante la expresión:

$$T_a = T_i + \frac{\dot{Q}}{A U_a} \quad \text{F. 25}$$

siendo U_a ($W/m^2 K$) el coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos.

El fabricante establece una resistencia térmica de $0,01 m^2K/W$ para un pavimento de terrazo de 15 mm de espesor. Por tanto:

$$U_a = \frac{1}{R_a + 1/\alpha} = 10,714 W/m^2 K$$

Circuito	Q (W)	A (m2)	T _i (°C)	T _a (°C)
Salón	1859,28	26,33	22,0	28,6
Pasillo	469,43	6,44	22,0	28,8
Habitación 1	1066,03	13,88	22,0	29,2
Habitación 2	896,66	12,20	22,0	28,9
Baño	672,75	6,03	22,0	32,4
Cocina	786,21	7,35	20,0	30,0
Despensa	139,43	3,05	22,0	26,3

La temperatura de impulsión del sistema será la mayor de las temperaturas medias de agua obtenidas. Así:

- Temperatura de impulsión (T_{imp}): 32,4 °C
- Temperatura de retorno (T_{ret}) : 22,4 °C

2.3.3.5. Caudal de agua

El caudal V_a (m^3/s) de agua a través de un circuito de calefacción viene definido por:

$$V_A = \frac{Q}{c_p \rho (T_{imp} - T_{ret})} \quad F. 26$$

siendo Q (W) la carga térmica, c_p el calor específico del agua ($4.182 J/kg K$), ρ la densidad del agua a la temperatura media de trabajo $27,4 ^\circ C$ ($996,4 kg/m^3$) y T_{imp} (°C) y T_{ret} (°C) las temperaturas de impulsión y de retorno del circuito.

Circuito	Q/A (W/m ²)	A (m ²)			Q (W)	V _a (dm ³ /s) (l/s)
		Local	Tray.	Total		
Salón	70,61	26,33	1,20	27,53	1944,02	0,0467
Pasillo	72,89	6,44	1,00	7,44	542,32	0,0130
Habitación 1	76,80	13,88	1,80	15,68	1204,27	0,0289
Habitación 2	73,50	12,20	3,40	15,60	1146,55	0,0275
Baño	111,57	6,03	3,20	9,23	1029,76	0,0247
Cocina	106,97	7,35	0,20	7,55	807,60	0,0194
Despensa	45,71	3,05	0,00	3,05	139,43	0,0033
					V_a (l/s)	0,1635

2.3.3.6. Comprobación de la velocidad del agua

La velocidad del agua en los circuitos no debe superar los 2 m/s con el fin de evitar ruidos molestos debido a la fricción del agua sobre las paredes del tubo. La velocidad v (m/s) es:

$$v = \frac{V_A}{A_{tub}} \quad \text{F. 27}$$

siendo A_{tub} (m²) el área de las tuberías de suelo radiante (2,0106 10⁻⁴ m²).

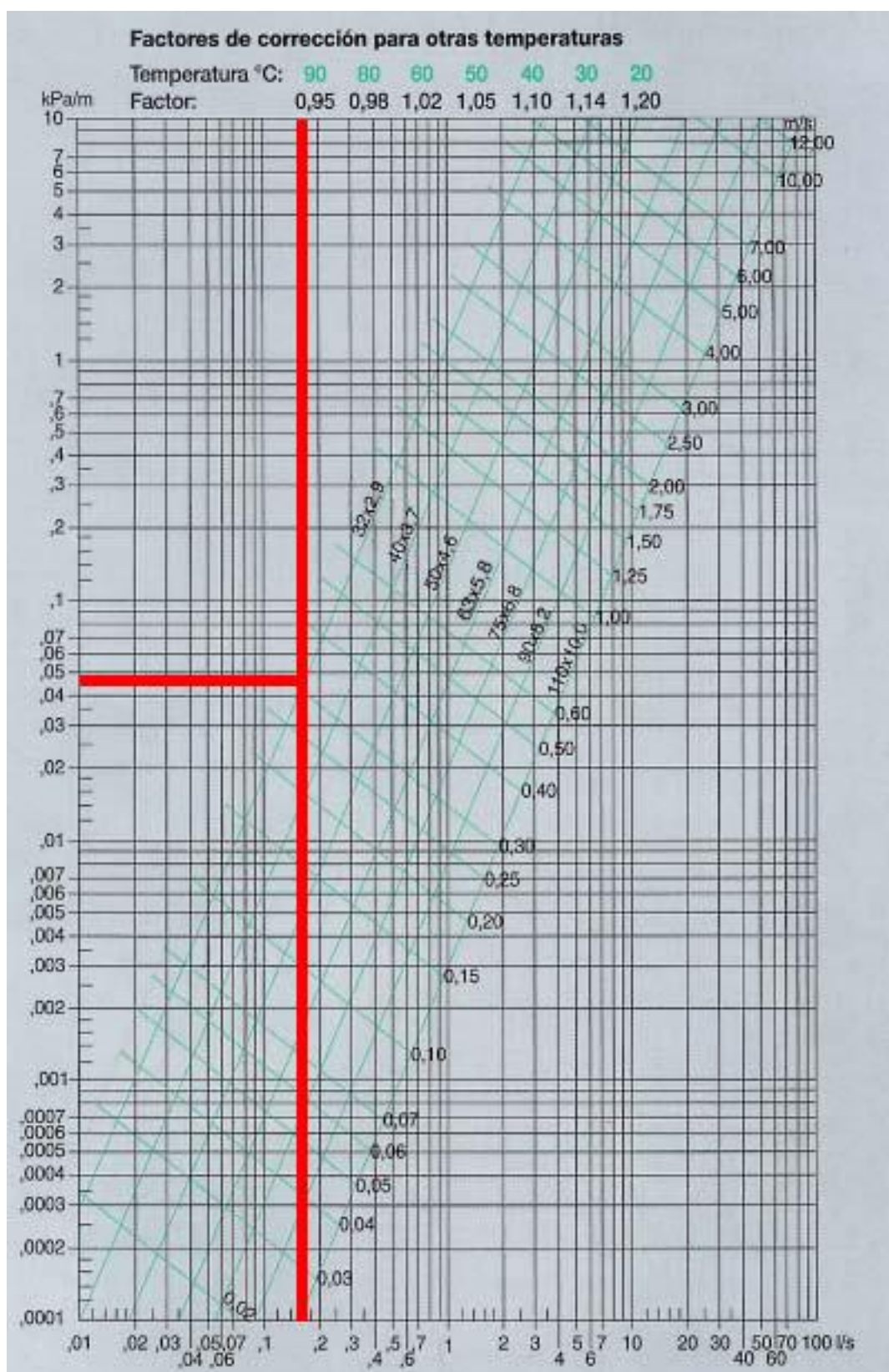
Circuito	V_a (dm³/s) (l/s)	v (m/s)
Salón	0,0467	0,232
Pasillo	0,0130	0,065
Habitación 1	0,0289	0,144
Habitación 2	0,0275	0,137
Baño	0,0247	0,123
Cocina	0,0194	0,096
Despensa	0,0033	0,017

Las velocidades del agua en los circuitos son inferiores a 2 m/s.

2.3.3.7. Red de distribución

Se establece un límite de pérdida de carga lineal de 0,2 kPa/m, con el que se seleccionará la tubería de conexión entre la sala de calderas y los colectores de la despensa.

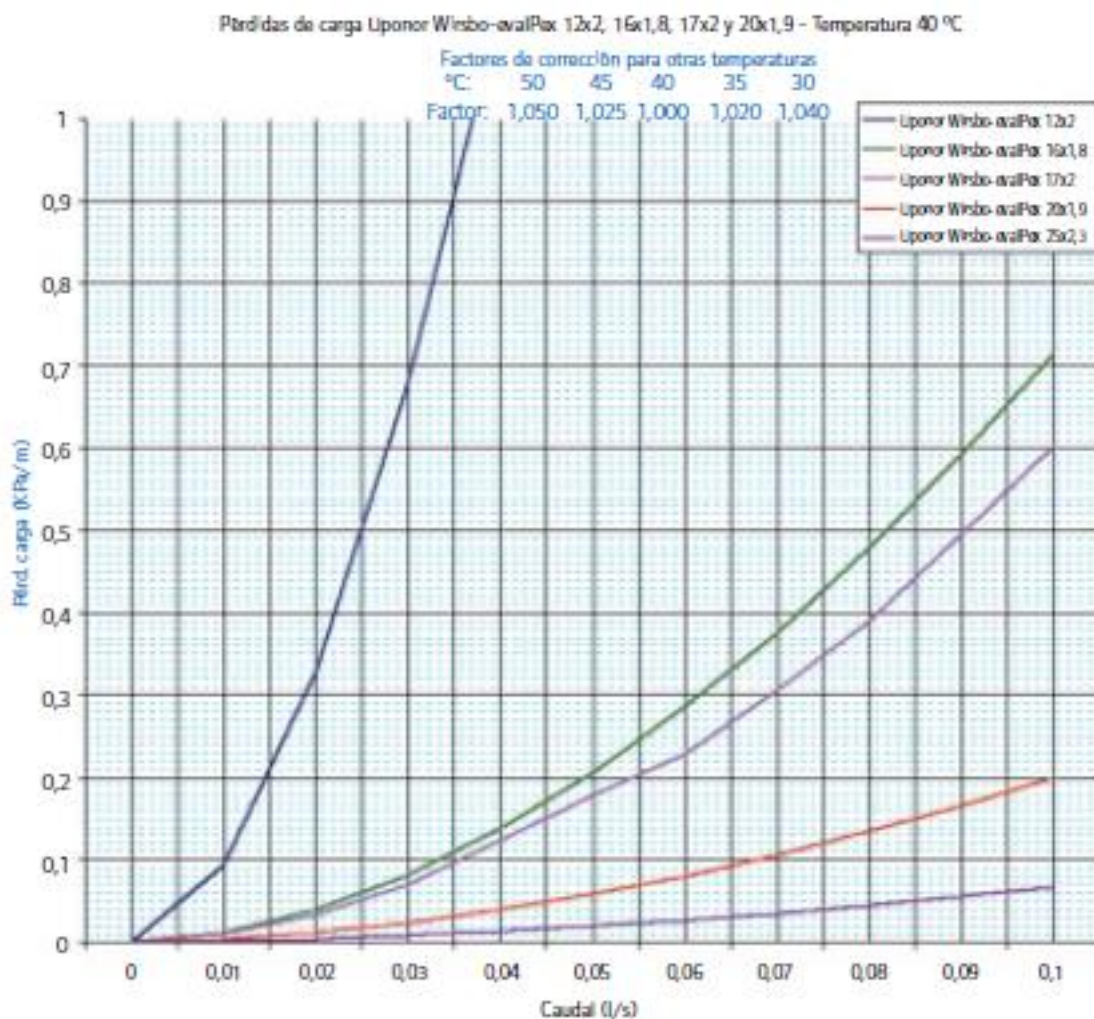
Para ello, se tiene en cuenta la gráfica del fabricante Uponor y el caudal $V_a=0,1635$ l/s. Se obtiene que la tubería Uponor evalPEX 32x2,9 cumple con unas pérdidas aproximadas de 0,048 kPa/m.



2.3.3.8. Pérdidas de carga

La pérdida de carga del sistema será la mayor de entre las pérdidas de carga de todos los trazados posibles que puede seguir el agua desde la impulsión hasta el retorno.

Las pérdidas de carga en los circuitos se obtienen de las gráficas de pérdida de carga facilitadas por el fabricante Uponor para su tubería evalPEX 16x1,8. A estas, habrá que añadir las pérdidas singulares.



Circuito	L (m)	V _a (l/s)	P. C. (kPa/m)	P. C. (kPa)
Salón	137,65	0,0467	0,19	26,154
Pasillo	37,20	0,0130	0,02	0,744
Habitación 1	78,40	0,0289	0,08	6,272
Habitación 2	78,00	0,0275	0,07	5,460
Baño	46,15	0,0247	0,06	2,769
Cocina	37,75	0,0194	0,04	1,510
Despensa	15,25	0,0033	0,01	0,153

La mayor pérdida de carga tras los colectores es de 26,154 kPa.

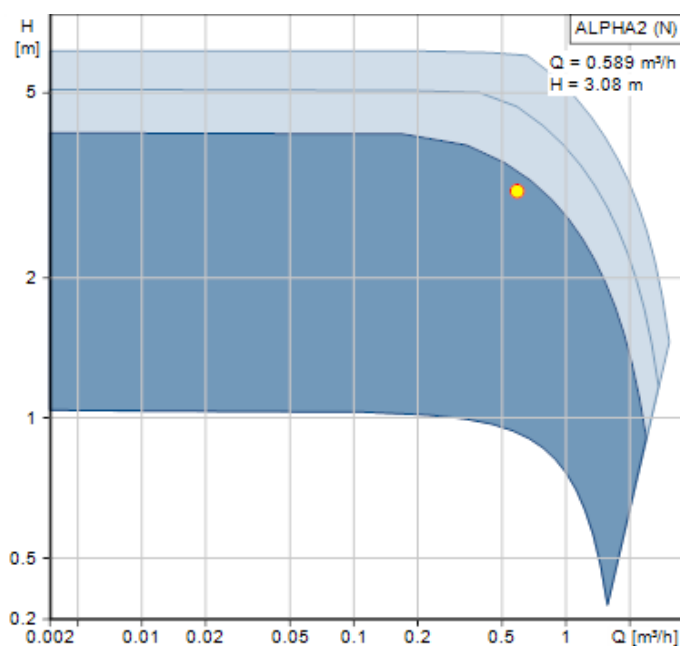
La pérdida de carga en el colector es de 0,7 kPa.

La pérdida de carga del circuito de distribución es de 1,152 kPa.

Las pérdidas singulares suman unas pérdidas de 2,755 kPa.

La pérdida de carga del sistema es la suma de todas ellas, esto es **30,761 kPa**.

Con este valor y el caudal de 0,1635 l/s se entra en las curvas características de bombas ALPHA 2 del fabricante Grundfos, escogido en este proyecto.



Se escoge una bomba Grundfos ALPHA 2 25-40N 180, cuya capacidad de 34,6 kPa (3,46 mca) para el caudal necesario, por lo que se requiere una válvula extra en el retorno que origine una pérdida de carga de 3,839 kPa.

2.3.3.9. Vaso de expansión

Para calcular el vaso de expansión se seguirán las pautas indicadas por la norma UNE 100155.

En primer lugar, es preciso calcular el volumen que puede circular tanto por el circuito de distribución como por los circuitos de suelo radiante. Se aplicará un volumen de seguridad del 25%.

Circuito	L (m)	D (m)	V (l/m)	V' (l)
Salón	137,65	0,016	0,201	27,676
Pasillo	37,20	0,016	0,201	7,480
Habitación 1	78,40	0,016	0,201	15,763
Habitación 2	78,00	0,016	0,201	15,683
Baño	46,15	0,016	0,201	9,279
Cocina	37,75	0,016	0,201	7,590
Despensa	15,25	0,016	0,201	3,066
Distribución	24,00	0,032	0,804	19,302
			V' (l)	105,839
Volumen de seguridad 25%				26,460
			V (l)	132,299

El coeficiente de expansión c_e del agua entre la temperatura de 4 °C, a la que corresponde el volumen específico mínimo y la temperatura máxima de funcionamiento del sistema se define como:

$$c_e = (3,24 t^2 + 102,13 t - 2.708,3) \cdot 10^{-6} \quad \text{F. 28}$$

siendo t (°C) la temperatura máxima de funcionamiento del sistema (32,4 °C).

El coeficiente de presión c_p para vasos de expansión con diafragma se define:

$$c_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} \quad \text{F. 29}$$

Siendo P_M (bar) la presión máxima en el vaso (4,6 bar) y P_m (bar) la presión mínima en el vaso (2,5 bar).

El volumen V_t (l) del vaso de expansión se calcula según la expresión:

$$V_t = V c_e c_p \quad \text{F. 30}$$

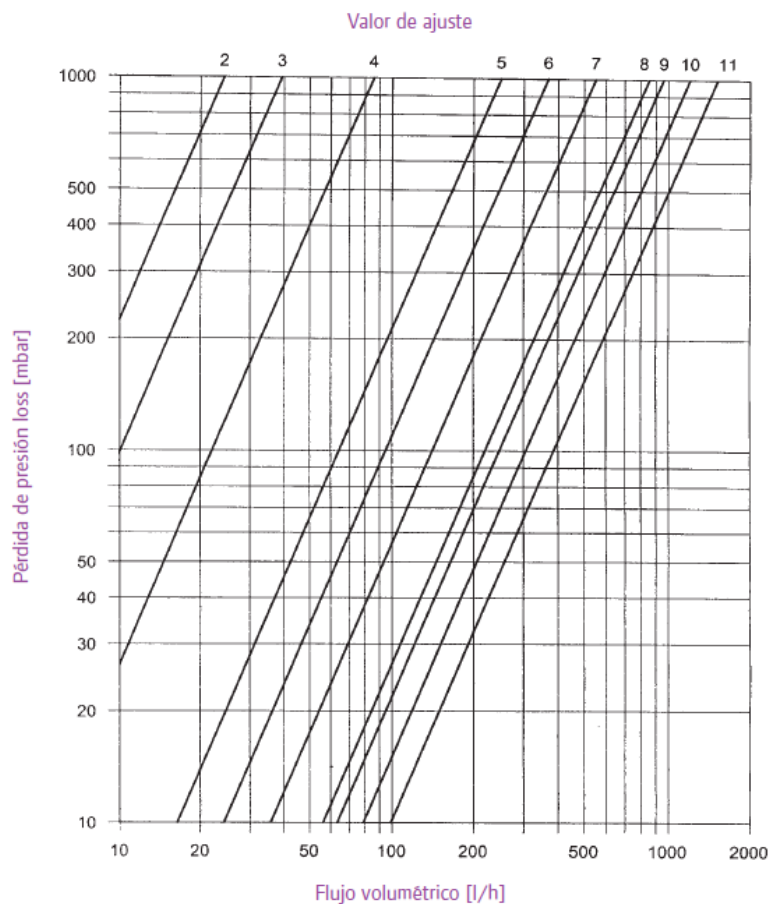
V (l)	c_e	c_p	V_t (l)
132,299	0,004	2,190	1,160

Se escoge un vaso de expansión Ibaiondo 2-SMF de 2 litros.

2.3.3.10. Compensación de los circuitos

Los colectores llevan incorporado un detentor por cada circuito de suelo radiante, con el único fin de realizar el equilibrado hidráulico de la instalación durante su puesta en marcha.

Los colectores disponen de un selector con 13 posiciones diferentes para ajustar las pérdidas de carga de los circuitos. El fabricante proporciona una gráfica para determinar el ajuste correcto:



Circuito	V _a (l/s)	V _a (l/h)	P. C. (kPa)	P. C. (mbar)	Valor de ajuste del detentor
Salón	0,0467	167,952	26,154	261,5	6
Pasillo	0,0130	46,853	0,744	74	8
Habitación 1	0,0289	104,042	6,272	62,7	7
Habitación 2	0,0275	99,055	5,460	54,6	7
Baño	0,0247	88,966	2,769	27,7	8
Cocina	0,0194	69,772	1,510	15,1	8
Despensa	0,0033	12,046	0,153	1,5	5

2.3.3.11. Intercambiador

El intercambiador de calor debe elevar la temperatura del agua de retorno de 22,4 °C a 32,4 °C para el salto térmico de 10 °C escogido.

La potencia del intercambiador será:

$$P = \dot{m} c_p (T_{imp} - T_{ret}) \quad \text{F. 31}$$

siendo \dot{m} (kg/s) el caudal másico (0,1629 kg/s), c_p (J/kg K) el calor específico del agua (4182 J/kg K) y T_{imp} (°C) y T_{ret} (°C) las temperaturas de impulsión y retorno.

La potencia mínima necesaria asciende a 6.812,48 W. Es necesario sobredimensionar el intercambiador para cumplir con el documento básico HE 4 del Código Técnico de la Edificación. Se escoge el intercambiador Comeval S1-9TLA, que proporciona 26.680 W.

2.3.4. CIRCUITO PRIMARIO

2.3.4.1. Demanda de energía solar

En primer lugar, es preciso realizar una estimación mensual de la demanda de energía solar en cada mes del año, en función de la diferente temperatura del agua de la red. El fluido caloportador del circuito primario es agua, por lo que el caudal másico será igual que el del circuito secundario (0,1629 kg/s).

La potencia necesaria para calentar el agua de la red será:

$$P = \dot{m} c_p (T_{ac} - T_{red}) \quad \text{F. 32}$$

siendo \dot{m} (kg/s) el caudal másico, c_p (J/kg K) el calor específico del agua (4182 J/kg K) y T_{ac} (°C) y T_{red} (°C) las temperaturas de acumulación y de red.

La demanda mensual de energía DE (MJ) será:

$$DE = P (86.400 n) \cdot 10^{-6} \quad \text{F. 33}$$

siendo P (W) la potencia necesaria para calentar el agua de la red, 86.400 los segundos de que dispone un día y n el número de días del mes.

Mes	n (días)	Tac (°C)	Tred (°C)	P (W)	DE (MJ)	DE (kWh)
Enero	31	22,4	4,0	12535	33574	9326
Febrero	28	22,4	5,0	11854	28676	7966
Marzo	31	22,4	7,0	10491	28100	7805
Abril	30	22,4	9,0	9129	23662	6573
Mayo	31	22,4	10,0	8447	22626	6285
Junio	30	22,4	11,0	7766	20130	5592
Julio	31	22,4	12,0	7085	18976	5271
Agosto	31	22,4	11,0	7766	20801	5778
Septiembre	30	22,4	10,0	8447	21896	6082
Octubre	31	22,4	9,0	9129	24450	6792
Noviembre	30	22,4	7,0	10491	27193	7554
Diciembre	31	22,4	4,0	12535	33574	9326
Anual	365	-	-	-	303658	84349

2.3.4.2. Dimensionado de colectores solares

Se ha escogido el captador Heliostar 218 S4 Steck, cuyas características son:

- Factor de eficiencia óptica μ_0 : 0,771
- Área útil de absorción A: 1,95 m²
- Dimensiones: 1820 mm x 1200 mm

Para la instalación de agua caliente sanitaria se determina la utilización de 15 colectores solares en cubierta (para un área total de 29,25 m²) orientada al Sur geográfico sin inclinación adicional (15°).

Para realizar el dimensionamiento de la instalación solar térmica se utiliza el método de las curvas f (F-Chart). Para su utilización, se requiere de información media mensual de datos meteorológicos (radiación horizontal e inclinada y temperatura ambiente), así como la determinación de varios parámetros adimensionales.

El factor adimensional μ' viene dado por la expresión:

$$\mu' = \mu_0 M_{ai} F_{c-i} \quad \text{F. 34}$$

siendo μ_0 el factor de eficiencia óptica del captador (0,771), M_{ai} el modificador del ángulo de incidencia (0,96) y F_{c-i} el factor de corrección del conjunto captador-intercambiador (0,95). Por tanto, para nuestros captadores $\mu' = 0,703$.

La energía absorbida por el captador plano se determina mediante la expresión:

$$EA = A \mu' R_{inc} n \quad \text{F. 35}$$

siendo A (m^2) el área total de captación, R_{inc} (kJ/m^2) la radiación promedio a la inclinación de las placas y n el número de días del mes.

El parámetro D_1 de las curvas f viene determinado por la expresión:

$$D_1 = \frac{EA}{DE} \quad \text{F. 36}$$

siendo EA (MJ) la energía absorbida por el captador plano durante el mes y DE (MJ) la demanda de energía de calentamiento durante el mes.

El factor adimensional k_1 de corrección por almacenamiento se obtiene a partir de la expresión:

$$k_1 = \left(\frac{V}{75 A} \right)^{-0,25} \quad \text{F. 37}$$

siendo V (l) el volumen de almacenamiento (300 l) y A (m^2) el área total de captación ($29,25 \text{ m}^2$). Por tanto, para nuestro acumulador $k_1 = 1,644$.

El factor adimensional k_2 de corrección para ACS se obtiene a partir de la expresión:

$$k_2 = 11,6 + 1,18 T_{ac} + 3,86 T_{red} - 2,32 T_{amb} \quad \text{F. 38}$$

siendo T_{ac} ($^{\circ}\text{C}$), T_{red} ($^{\circ}\text{C}$) y T_{amb} ($^{\circ}\text{C}$) las temperaturas de acumulación, del agua de red y ambiental respectivamente.

El coeficiente $F_r' UL$ viene determinado por la expresión:

$$F_r' UL = F_r UL F_{c-i} \quad \text{F. 39}$$

siendo $F_r UL$ coeficiente global de pérdidas del captador ($3,6927 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$) y F_{c-i} el factor de corrección del conjunto captador-intercambiador (0,95). Por tanto, para nuestros captadores $F_r' UL = 3,508$.

La energía perdida por el captador EP (MJ) se determina mediante la expresión:

$$EP = A F_r' UL (100 - T_{amb}) t k_1 k_2 \quad \text{F. 40}$$

siendo t (s) el número de segundos del mes.

El parámetro D_2 de las curvas f viene determinado por la expresión:

$$D_2 = \frac{EP}{DE} \quad \text{F. 41}$$

Finalmente, se calcula el factor adimensional f, que mide la contribución de la energía solar al sistema de climatización:

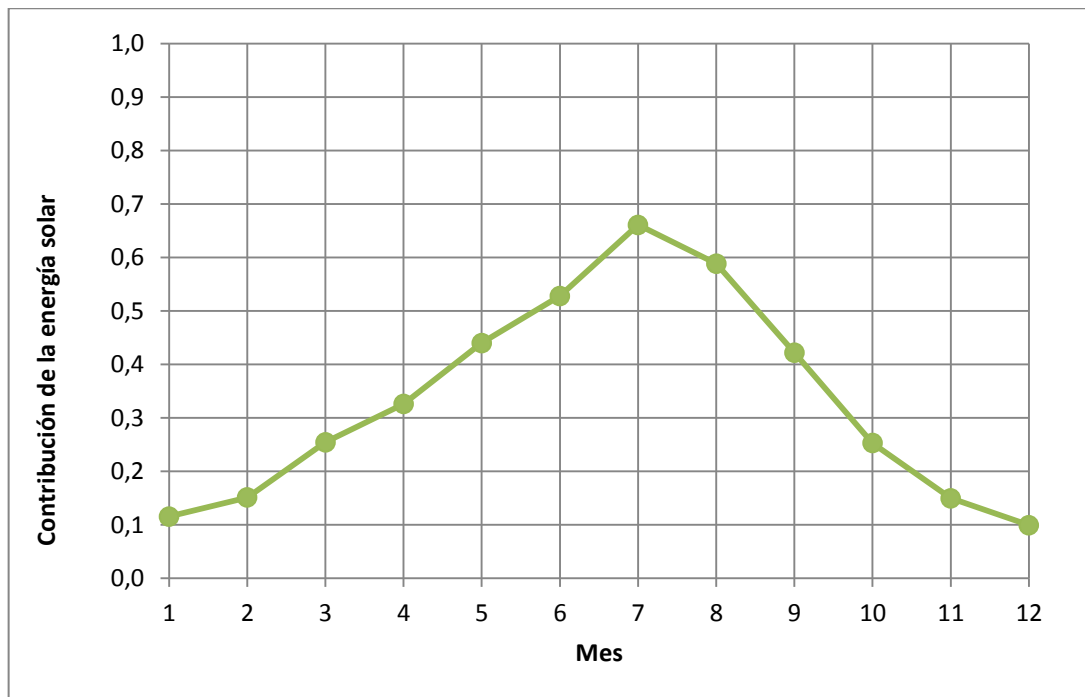
$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3 \quad \text{F. 42}$$

Mes	$R_{inc} \cdot n$ (kJ/m ²)	DE (MJ)	EA (MJ)	D_1
Enero	256060	33574	5266	0,1569
Febrero	296128	31749	6091	0,1918
Marzo	493456	28100	9038	0,3217
Abril	494460	24450	10170	0,4159
Mayo	613490	22626	12618	0,5577
Junio	674610	20801	13875	0,6670
Julio	792081	18976	16291	0,8585
Agosto	747224	20801	15368	0,7388
Septiembre	567210	22626	11666	0,5156
Octubre	382974	24450	7877	0,3222
Noviembre	278430	28100	5727	0,2038
Diciembre	227478	33574	4679	0,1394
Anual	-	309826	118665	0,3830

Mes	k_1	T_{amb} (°C)	T_{red} (°C)	T_{ac} (°C)	k_2	EP (MJ)	D_2
Enero	1,87	3,1	4,0	22,4	0,48	20916	0,6230
Febrero	1,87	5,2	5,0	22,4	0,48	18479	0,5820
Marzo	1,87	6,1	7,0	22,4	0,54	23004	0,8187
Abril	1,87	8,1	9,0	22,4	0,59	23609	0,9656
Mayo	1,87	12,1	10,0	22,4	0,55	21946	0,9700
Junio	1,87	16,7	11,0	22,4	0,50	18259	0,8778
Julio	1,87	20,6	12,0	22,4	0,46	16523	0,8707
Agosto	1,87	20,2	11,0	22,4	0,42	15198	0,7306
Septiembre	1,87	16,9	10,0	22,4	0,45	16368	0,7234
Octubre	1,87	11,6	9,0	22,4	0,52	20726	0,8477
Noviembre	1,87	6,3	7,0	22,4	0,54	22059	0,7850
Diciembre	1,87	3,3	4,0	22,4	0,47	20706	0,6167
Anual	-	-	-	-	-	237794	0,7675

Mes	D ₁	D ₂	f	Energía solar utilizada f·DE (MJ)
Enero	0,1569	0,6230	0,116	3883
Febrero	0,1918	0,5820	0,151	4804
Marzo	0,3217	0,8187	0,254	7147
Abril	0,4159	0,9656	0,326	7973
Mayo	0,5577	0,9700	0,440	9956
Junio	0,6670	0,8778	0,528	10984
Julio	0,8585	0,8707	0,661	12547
Agosto	0,7388	0,7306	0,589	12245
Septiembre	0,5156	0,7234	0,422	9555
Octubre	0,3222	0,8477	0,253	6185
Noviembre	0,2038	0,7850	0,150	4209
Diciembre	0,1394	0,6167	0,099	3334
Anual	0,3830	0,7675	0,311	96217

En los meses de mayor demanda energética (octubre-abril) se obtienen valores de f entre 0,116 (enero) y 0,326 (abril). Es decir, entre el 11,6% y el 32,6% de la energía necesaria para calefactar la vivienda proviene de energía solar térmica.



2.3.4.3. Pérdidas por orientación e inclinación

Se ha escogido la instalación de los colectores solares con los siguientes parámetros:

- Ángulo de inclinación β : 15°
- Ángulo de acimut α : 0° (Orientación Sur)

La exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación establece (para el agua caliente sanitaria) que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que serán inferiores, en su aspecto más restrictivo, a:

- Orientación e inclinación: 10%
- Sombras: 10%
- Total: 15%

Tomamos como válidos estos datos para calefacción y con la ayuda del siguiente gráfico, se va a determinar el rango de ángulos de inclinación posible para una pérdida máxima del 10%. La instalación carece de sombras, por lo que es suficiente el cumplimiento del límite de pérdidas por orientación e inclinación.

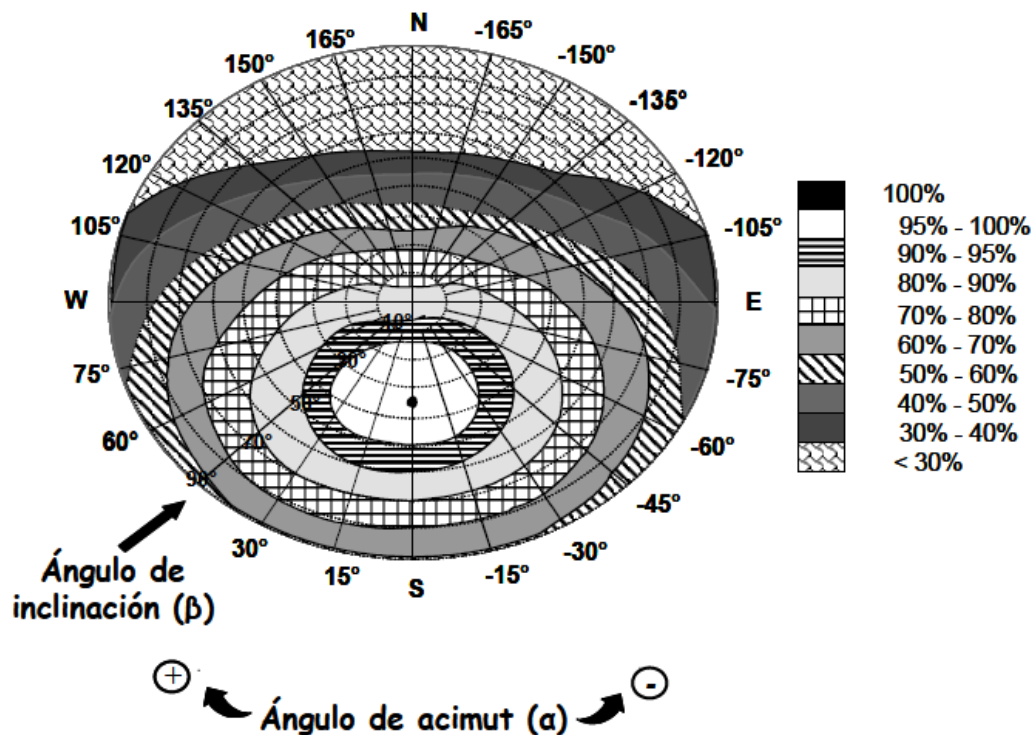


Figura 3.3
Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación

Para obtener un porcentaje de energía de entre el 90% y el 100% en una orientación Sur de los captadores, la inclinación podría variar entre 7° y 60°.

Se escoge una inclinación de 15° con el fin de no distorsionar la forma de la cubierta del edificio.

2.3.4.4. Potencia del intercambiador

Se escoge un intercambiador Comeval S1-9TLA, ampliamente sobredimensionado, que proporciona 26.680 W.

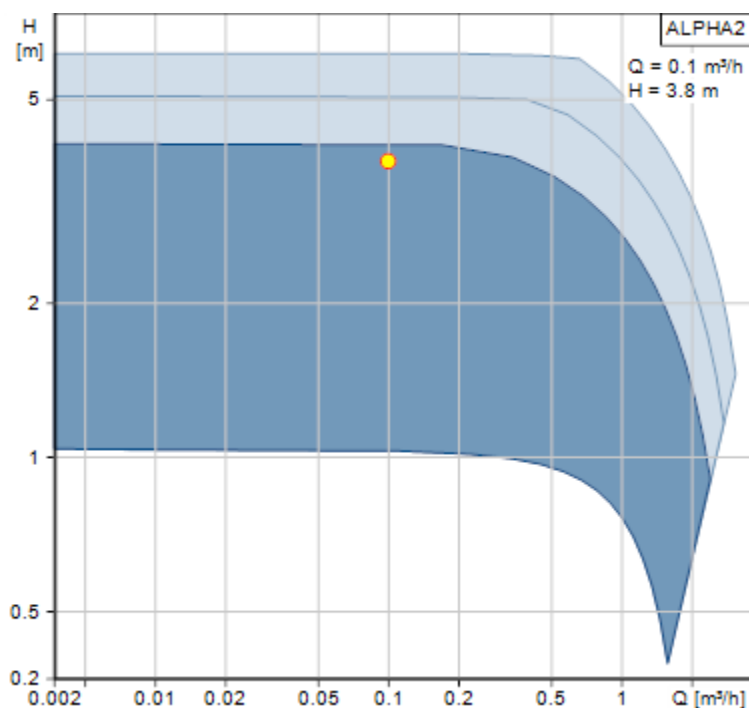
La potencia mínima P (W) del intercambiador, según la exigencia básica HE 4 es:

$$P = 500 A \quad \text{F. 43}$$

siendo A (m^2) el área de captación solar ($29,25 \text{ m}^2$). Esto da una potencia mínima de 14.625 W.

2.3.4.5. Bomba de circulación

La bomba de circulación deberá proporcionar al menos las pérdidas por diferencia de altura entre los captadores solares y el cuarto de calderas (3,80 m). Se consideran despreciables las pérdidas por distribución en el tubo de cobre y las pérdidas en el captador y en interacumulador a los caudales de trabajo. Para un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$, se escoge la bomba Grundfos Alpha2 15-40 130.



2.3.4.6. Vaso de expansión

Para calcular el vaso de expansión se seguirán las pautas indicadas por la norma UNE 100155.

En primer lugar, es preciso calcular el volumen que circulará por el circuito. Se aplicará un volumen de seguridad del 25%.

Circuito	L (m)	D (m)	V (l/m)	V' (l)
Tubo	25,00	0,020	0,314	7,854
Colectores	-	-	-	16,500
			V' (l)	24,354
			Volumen de seguridad 25%	4,125
			V (l)	28,479

El coeficiente de expansión c_e del agua entre la temperatura de 4 °C, a la que corresponde el volumen específico mínimo y la temperatura máxima de funcionamiento del sistema se define como:

$$c_e = (3,24 t^2 + 102,13 t - 2.708,3) \cdot 10^{-6} \quad \text{F. 44}$$

siendo t (°C) la temperatura máxima de funcionamiento del sistema (80,0 °C).

El coeficiente de presión c_p para vasos de expansión con diafragma se define:

$$c_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} \quad \text{F. 45}$$

Siendo P_M (bar) la presión máxima en el vaso (4,6 bar) y P_m (bar) la presión mínima en el vaso (2,5 bar).

El volumen V_t (l) del vaso de expansión se calcula según la expresión:

$$V_t = V c_e c_p \quad \text{F. 46}$$

V (l)	c_e	c_p	V_t (l)
28,479	0,026	2,190	1,634

Se escoge un vaso de expansión Ibaiondo 2-SMF de 2 litros.

2.4. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

2.4.1. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

2.4.1.1. Consumo diario de agua

El consumo diario de agua caliente depende de multitud de factores. La exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación establece una demanda de referencia a 60 °C de 30 litros por persona y día en viviendas unifamiliares.

Este mismo documento indica un mínimo de 3 personas para viviendas con 2 dormitorios. En el presente estudio se dimensionará para 4 personas, por lo que la demanda de agua caliente sanitaria será:

$$\dot{V} = 120 \frac{l}{día} = 0,12 \frac{m^3}{día}$$

2.4.1.2. Zona climática

El edificio objeto del presente proyecto se encuentra en la localidad de Arcones, provincia de Segovia.

La zona climática se obtiene según las tablas de la exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación. Se tomará la misma zona climática que le corresponde a Segovia (III).

2.4.1.3. Contribución solar mínima

La exigencia básica HE 4 determina, para una demanda de 120 l/día en una zona climática III, suponiendo la fuente energética de apoyo el gasóleo, una contribución solar mínima anual del 50%.

2.4.2. CIRCUITO PRIMARIO

2.4.2.1. Demanda de energía solar

En primer lugar, es preciso realizar una estimación mensual de la demanda de energía solar en cada mes del año, en función de la diferente temperatura del agua de la red.

La energía diaria E (MJ/día) necesaria para calentar el agua de la red será:

$$E = \dot{V} \rho_a c_p (T_{ac} - T_{red}) \cdot 10^{-6} \quad \text{F. 47}$$

siendo \dot{V} (m³/día) el consumo diario (0,12 m³/día), ρ_a (kg/m³) la densidad del agua a la temperatura de acumulación 60 °C (983,13 kg/m³), c_p (J/kg K) el calor específico del agua (4182 J/kg K) y T_{ac} (°C) y T_{red} (°C) las temperaturas de acumulación y de red.

La demanda mensual de energía DE (MJ) será:

$$DE = E n \quad \text{F. 48}$$

siendo E (MJ/día) la energía diaria para calentar el agua de la red y n el número de días del mes.

Mes	n (días)	Tac (°C)	Tred (°C)	E (MJ/día)	DE (MJ)	DE (kWh)
Enero	31	60,0	4,0	27,6	856	238
Febrero	28	60,0	5,0	27,1	760	211
Marzo	31	60,0	7,0	26,1	811	225
Abril	30	60,0	9,0	25,2	755	210
Mayo	31	60,0	10,0	24,7	765	212
Junio	30	60,0	11,0	24,2	725	201
Julio	31	60,0	12,0	23,7	734	204
Agosto	31	60,0	11,0	24,2	749	208
Septiembre	30	60,0	10,0	24,7	740	206
Octubre	31	60,0	9,0	25,2	780	217
Noviembre	30	60,0	7,0	26,1	784	218
Diciembre	31	60,0	4,0	27,6	856	238
Anual	365	-	-	-	9316	2588

2.4.2.2. Dimensionado de colectores solares

Se ha escogido el captador Heliostar 218 S4 Steck, cuyas características son:

- Factor de eficiencia óptica μ_0 : 0,771
- Área útil de absorción A: 1,95 m²
- Dimensiones: 1820 mm x 1200 mm

Para la instalación de agua caliente sanitaria se determina la utilización de un único colector solares en cubierta (para un área total de 1,95 m²) orientada al Sur geográfico sin inclinación adicional (15°).

Para realizar el dimensionamiento de la instalación solar térmica se utiliza el método de las curvas f (F-Chart). Para su utilización, se requiere de información media mensual de datos meteorológicos (radiación horizontal e inclinada y temperatura ambiente), así como la determinación de varios parámetros adimensionales.

El factor adimensional μ' viene dado por la expresión:

$$\mu' = \mu_0 M_{ai} F_{c-i} \quad \text{F. 49}$$

siendo μ_0 el factor de eficiencia óptica del captador (0,771), M_{ai} el modificador del ángulo de incidencia (0,96) y F_{c-i} el factor de corrección del conjunto captador-intercambiador (0,95). Por tanto, para nuestros captadores $\mu' = 0,703$.

La energía absorbida por el captador plano se determina mediante la expresión:

$$EA = A \mu' R_{inc} n \quad \text{F. 50}$$

siendo A (m^2) el área total de captación, R_{inc} (kJ/m^2) la radiación promedio a la inclinación de las placas y n el número de días del mes.

El parámetro D_1 de las curvas f viene determinado por la expresión:

$$D_1 = \frac{EA}{DE} \quad \text{F. 51}$$

siendo EA (MJ) la energía absorbida por el captador plano durante el mes y DE (MJ) la demanda de energía de calentamiento durante el mes.

El factor adimensional k_1 de corrección por almacenamiento se obtiene a partir de la expresión:

$$k_1 = \left(\frac{V}{75 A} \right)^{-0,25} \quad \text{F. 52}$$

siendo V (l) el volumen de almacenamiento (150 l) y A (m^2) el área total de captación ($1,95 m^2$). Por tanto, para nuestro acumulador $k_1 = 0,994$.

El factor adimensional k_2 de corrección para ACS se obtiene a partir de la expresión:

$$k_2 = 11,6 + 1,18 T_{ac} + 3,86 T_{red} - 2,32 T_{amb} \quad \text{F. 53}$$

siendo T_{ac} ($^{\circ}C$), T_{red} ($^{\circ}C$) y T_{amb} ($^{\circ}C$) las temperaturas de acumulación, del agua de red y ambiental respectivamente.

El coeficiente $F_r' UL$ viene determinado por la expresión:

$$F_r' UL = F_r UL F_{c-i} \quad \text{F. 54}$$

siendo $F_r UL$ coeficiente global de pérdidas del captador ($3,6927 W/m^2K$) y F_{c-i} el factor de corrección del conjunto captador-intercambiador (0,95). Por tanto, para nuestros captadores $F_r' UL = 3,508$.

La energía perdida por el captador EP (MJ) se determina mediante la expresión:

$$EP = A F_r' UL (100 - T_{amb}) t k_1 k_2 \quad \text{F. 55}$$

siendo t (s) el número de segundos del mes.

El parámetro D_2 de las curvas f viene determinado por la expresión:

$$D_2 = \frac{EP}{DE} \quad \text{F. 56}$$

Finalmente, se calcula el factor adimensional f, que mide la contribución de la energía solar al sistema de climatización:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3 \quad \text{F. 57}$$

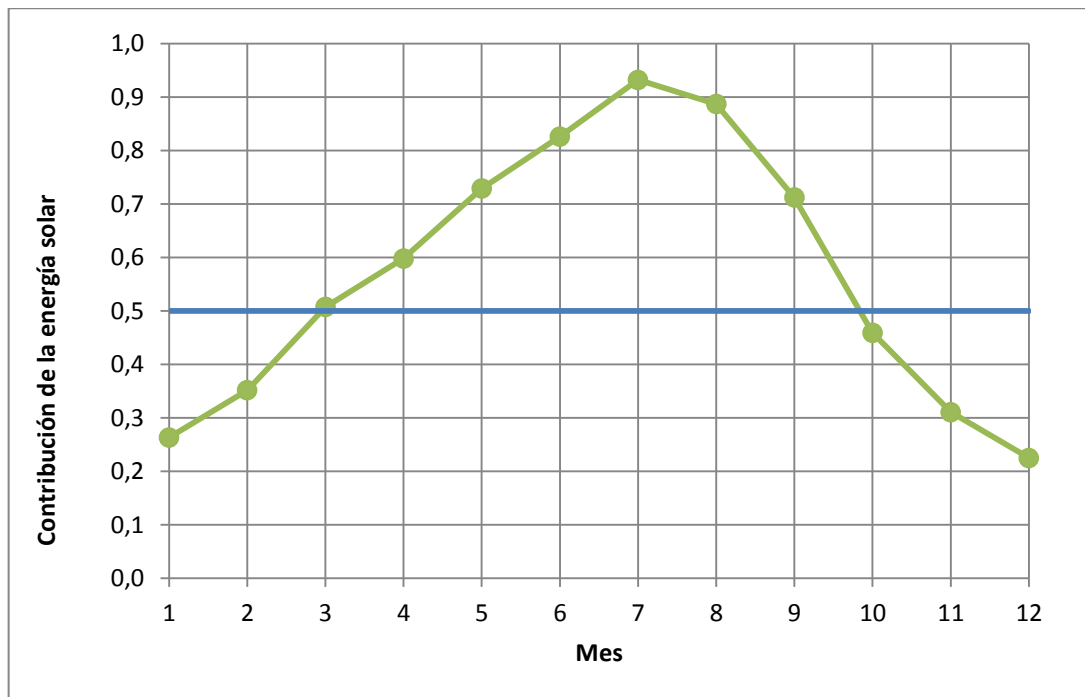
Mes	$R_{inc} \cdot n$ (kJ/m ²)	DE (MJ)	EA (MJ)	D_1
Enero	256060	856	351	0,4099
Febrero	296128	760	406	0,5344
Marzo	493456	811	603	0,7433
Abril	494460	755	678	0,8981
Mayo	613490	765	841	1,1000
Junio	674610	725	925	1,2754
Julio	792081	734	1086	1,4794
Agosto	747224	749	1025	1,3671
Septiembre	567210	740	778	1,0509
Octubre	382974	780	525	0,6732
Noviembre	278430	784	382	0,4867
Diciembre	227478	856	312	0,3642
Anual	-	9316	7911	0,8491

Mes	k_1	T_{amb} (°C)	T_{red} (°C)	T_{ac} (°C)	k_2	EP (MJ)	D_2
Enero	1,87	3,1	4,0	60,0	0,94	1650	1,9269
Febrero	1,87	5,2	5,0	60,0	0,95	1632	2,1479
Marzo	1,87	6,1	7,0	60,0	1,01	1735	2,1397
Abril	1,87	8,1	9,0	60,0	1,07	1791	2,3721
Mayo	1,87	12,1	10,0	60,0	1,06	1692	2,2124
Junio	1,87	16,7	11,0	60,0	1,03	1568	2,1618
Julio	1,87	20,6	12,0	60,0	1,02	1473	2,0070
Agosto	1,87	20,2	11,0	60,0	0,98	1420	1,8948
Septiembre	1,87	16,9	10,0	60,0	0,98	1489	2,0122
Octubre	1,87	11,6	9,0	60,0	1,02	1643	2,1060
Noviembre	1,87	6,3	7,0	60,0	1,01	1726	2,2003
Diciembre	1,87	3,3	4,0	60,0	0,93	1642	1,9170
Anual	-	-	-	-	-	19461	2,0889

Mes	D ₁	D ₂	f	Energía solar utilizada f·DE (MJ)
Enero	0,4099	1,9269	0,264	226
Febrero	0,5344	2,1479	0,352	267
Marzo	0,7433	2,1397	0,508	411
Abril	0,8981	2,3721	0,598	451
Mayo	1,1000	2,2124	0,729	558
Junio	1,2754	2,1618	0,826	599
Julio	1,4794	2,0070	0,932	685
Agosto	1,3671	1,8948	0,887	665
Septiembre	1,0509	2,0122	0,712	527
Octubre	0,6732	2,1060	0,459	358
Noviembre	0,4867	2,2003	0,311	244
Diciembre	0,3642	1,9170	0,225	193
Anual	0,8491	2,0889	0,582	5184

Se obtienen valores de f entre 0,225 (diciembre) y 0,932 (julio). Es decir, entre el 22,5% y el 93,2% de la energía necesaria para calentar mensualmente el Agua Caliente Sanitaria lo proporciona la energía solar.

Anualmente, el 58,2% de la energía necesaria la proporciona la instalación solar, por encima del 50% de contribución solar mínima establecida en la exigencia básica HE 4.



2.4.2.3. Pérdidas por orientación e inclinación

Se ha escogido la instalación de los colectores solares con los siguientes parámetros:

- Ángulo de inclinación β : 15°
- Ángulo de acimut α : 0° (Orientación Sur)

La exigencia básica HE 4 del Código Técnico de la Edificación establece (para el agua caliente sanitaria) que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que serán inferiores, en su aspecto más restrictivo, a:

- Orientación e inclinación: 10%
- Sombras: 10%
- Total: 15%

Tomamos como válidos estos datos para calefacción y con la ayuda del siguiente gráfico, se va a determinar el rango de ángulos de inclinación posible para una pérdida máxima del 10%. La instalación carece de sombras, por lo que es suficiente el cumplimiento del límite de pérdidas por orientación e inclinación.

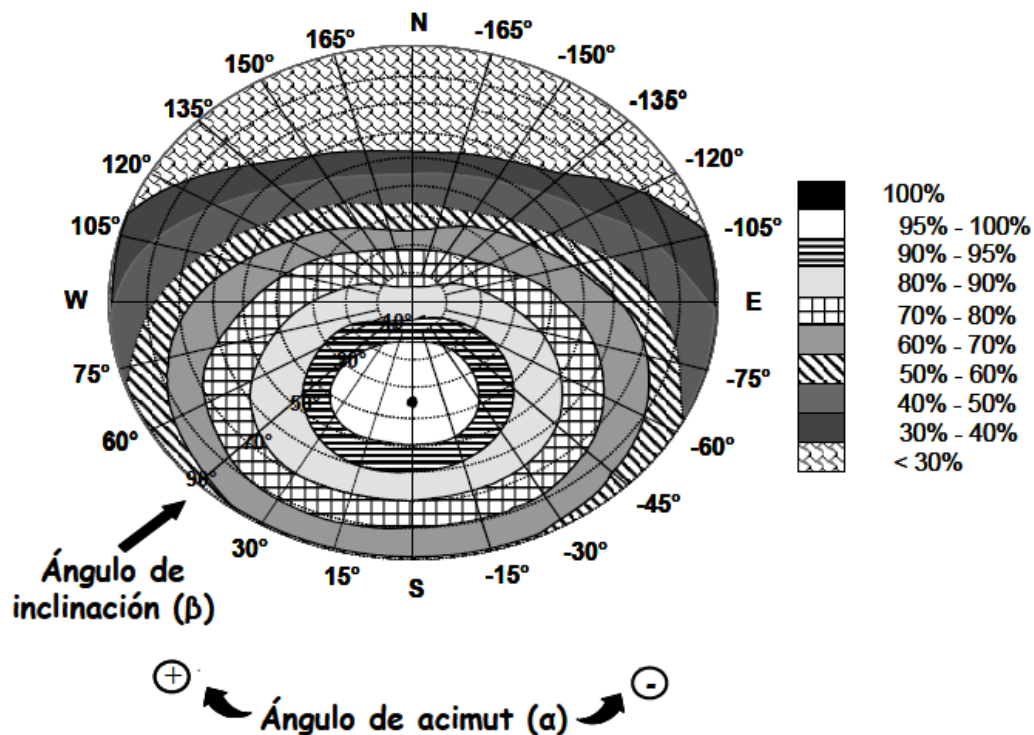


Figura 3.3
Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación

Para obtener un porcentaje de energía de entre el 90% y el 100% en una orientación Sur de los captadores, la inclinación podría variar entre 7° y 60°.

Se escoge una inclinación de 15° con el fin de no distorsionar la forma de la cubierta del edificio.

2.4.2.4. Potencia del interacumulador

Se escoge un interacumulador Vitocell 100 CUG, que proporciona 16.000 W.

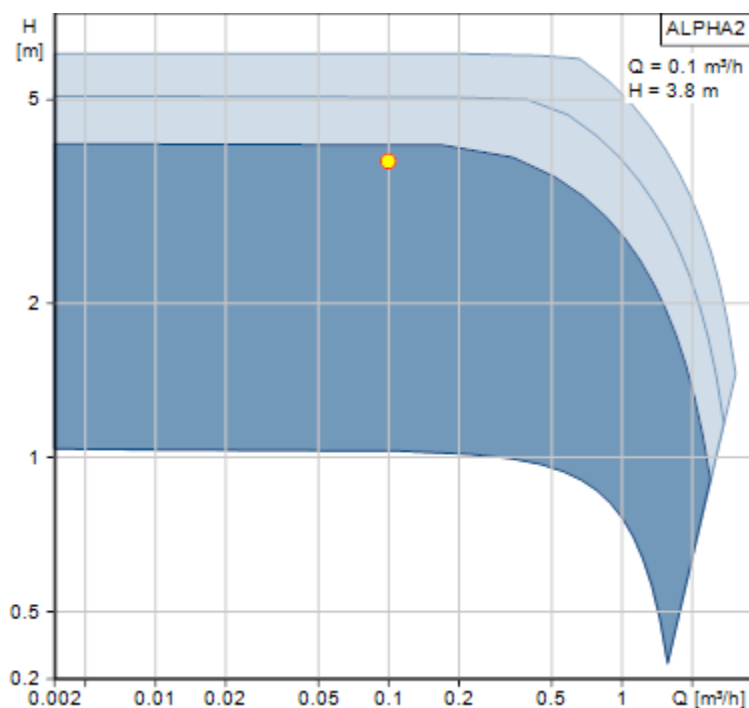
La potencia mínima P (W) del intercambiador, según la exigencia básica HE 4 es:

$$P = 500 A \quad F. 58$$

siendo A (m^2) el área de captación solar ($1,95 m^2$). Esto da una potencia mínima de 975 W.

2.4.2.5. Bomba de circulación

La bomba de circulación deberá proporcionar al menos las pérdidas por diferencia de altura entre los captadores solares y el cuarto de calderas (3,80 m). Se consideran despreciables las pérdidas por distribución en el tubo de cobre y las pérdidas en el captador y en interacumulador a los caudales de trabajo. Para un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$, se escoge la bomba Grundfos Alpha2 15-40 130.



2.4.2.6. Vaso de expansión

Para calcular el vaso de expansión se seguirán las pautas indicadas por la norma UNE 100155.

En primer lugar, es preciso calcular el volumen que circulará por el circuito. Se aplicará un volumen de seguridad del 25%.

Circuito	L (m)	D (m)	V (l/m)	V' (l)
Tubo	20,00	0,020	0,314	6,283
Colectores	-	-	-	1,100
			V' (l)	7,383
			Volumen de seguridad 25%	0,275
			V (l)	7,658

El coeficiente de expansión c_e del agua entre la temperatura de 4 °C, a la que corresponde el volumen específico mínimo y la temperatura máxima de funcionamiento del sistema se define como:

$$c_e = (3,24 t^2 + 102,13 t - 2.708,3) \cdot 10^{-6} \quad \text{F. 59}$$

siendo t (°C) la temperatura máxima de funcionamiento del sistema (60,0 °C).

El coeficiente de presión c_p para vasos de expansión con diafragma se define:

$$c_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} \quad \text{F. 60}$$

Siendo P_M (bar) la presión máxima en el vaso (4,6 bar) y P_m (bar) la presión mínima en el vaso (2,5 bar).

El volumen V_t (l) del vaso de expansión se calcula según la expresión:

$$V_t = V c_e c_p \quad \text{F. 61}$$

V (l)	c_e	c_p	V_t (l)
7,658	0,015	2,190	0,253

Se escoge un vaso de expansión Ibaiondo 2-SMF de 2 litros.

2.4.3. CIRCUITO SECUNDARIO

2.4.3.1. Interacumulador

Se escoge un interacumulador Vitocell 100 CUG, de 150 litros de capacidad. La exigencia básica HE 4 establece que debe verificarse la relación:

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \quad \text{F. 62}$$

Siendo V (l) el volumen del depósito de acumulación solar (150 l) y A (m²) el área total de captación (1,95 m²). La relación se cumple, al ser:

$$\frac{V}{A} = 76,923 \text{ l/m}^2$$

2.5. CALDERA

La caldera debe diseñarse para generar la totalidad de la demanda de Calefacción y de Agua Caliente Sanitaria, sin tener en cuenta la instalación solar, con el fin de evitar carencias en periodos de escasa radiación solar.

- **Calefacción.**

La potencia calculada anteriormente para el sistema de calefacción es de 6812,478 W. Se le impone un factor de seguridad y de compensación de pérdidas de 1,15. Por tanto:

$$P_{calefacción} = 7834,350 \text{ W}$$

- **Agua Caliente Sanitaria**

El flujo másico \dot{m} (kg/s) de Agua Caliente Sanitaria se obtiene mediante la expresión:

$$\dot{m} = \frac{\dot{V} \rho_a}{86.400} \quad \text{F. 63}$$

siendo 86.400 los segundos de que dispone un día, \dot{V} (m³/día) la demanda de agua caliente (0,12 m³/día) y ρ_a (kg/m³) la densidad del agua a 60 °C (983,13 kg/m³). Por tanto, **$\dot{m}=0,001365$ kg/s.**

La potencia de diseño P_{ACS} (W) para Agua Caliente Sanitaria es:

$$P_{ACS} = \dot{m} c_p (T_{ac} - T_{red}) \quad \text{F. 64}$$

siendo \dot{m} (kg/s) el flujo másico de agua, c_p el calor específico del agua (4.182 J/kg K) y T_{ac} (°C) y T_{red} (°C) la temperatura de acumulación (60 °C) y la temperatura del agua de red más desfavorable (4 °C). Mayoramos nuevamente la potencia por un factor 1,15.

$$P_{ACS} = 367,746 \text{ W}$$

- **Potencia total de la caldera**

$$P = P_{calefacción} + P_{ACS} = \mathbf{8202,096 \text{ W}}$$

Se selecciona la caldera de condensación mixta Ferroli Silent D Condens 30 SI UNIT, con capacidad de 30 kW en temperaturas entre 30 y 50 °C y de 28,5 kW en temperaturas entre 60 °C y 80 °C. El rendimiento útil de la caldera al 30% de carga es del 103,7%, por lo que pese al sobredimensionamiento de la misma, es totalmente válida.

2.5.1. BOMBA DE IMPULSIÓN DE CALEFACCIÓN

La bomba de circulación deberá proporcionar únicamente las pérdidas ocasionadas en la distribución de agua caliente de la caldera al colector de suelo radiante ubicado en la despensa, prácticamente insignificantes. Se escoge el grupo de impulsión MPG10 de Uponor, que incluye una bomba Grundfos Alpha 2L 15-60 130, suficiente para su propósito.

2.5.2. BOMBA DE IMPULSIÓN ACS

La bomba de circulación deberá proporcionar únicamente las pérdidas ocasionadas en la distribución de agua caliente sanitaria a los distintos puntos de consumo del edificio, prácticamente insignificantes. Se escoge nuevamente una bomba Grundfos Alpha 2L 15-60 130, suficiente para su propósito.

2.5.3. VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO SECUNDARIO ACS

No se disponen de datos reales sobre longitudes de tubo de agua caliente sanitaria.

Se escoge un vaso de expansión Ibaiondo 5-CMR de 5 litros.

2.6. ESTUDIO ECONÓMICO

2.6.1. AHORRO DE COMBUSTIBLE

2.6.1.1. Consumo anterior

La demanda energética de energía de cálculo es la siguiente:

- Energía necesaria para calefacción: 199.229 MJ.
- Energía necesaria para agua caliente sanitaria: 9.316 MJ.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la caldera anterior (90,39%), se tiene que la energía que habría de generar la caldera asciende a 230.717 MJ.

Se conocen los siguientes datos del gasóleo de calefacción:

- Poder calorífico: 43.120 kJ/kg.
- Densidad: 0,9 kg/l.

El volumen anual de gasóleo requerido es de 5.945 litros.

2.6.1.2. Consumo actual

La demanda energética de energía de cálculo es la siguiente:

- Energía necesaria para calefacción: 199.229 MJ.
- Energía necesaria para agua caliente sanitaria: 9.316 MJ.

Teniendo en cuenta los factores promedio que cubre la energía solar (31,1% en calefacción y 58,2% en agua caliente sanitaria) y el rendimiento de la nueva caldera de condensación (103,7%), se tiene que la energía que habría de generar la caldera asciende a 136.126 MJ.

Se conocen los siguientes datos del gasóleo de calefacción:

- Poder calorífico: 43.120 kJ/kg.
- Densidad: 0,9 kg/l.

El volumen anual de gasóleo requerido es de 3.508 litros.

2.6.1.3. Precio del combustible

- Precio del gasóleo de calefacción (01/07/13): 875,41 EUR/1.000 l.

Basándose en la serie histórica, se obtiene que desde el primer dato registrado (03/01/05), el precio del gasóleo ha ascendido desde los 486,03 EUR/1.000 l hasta los citados 875,41 EUR/1.000 l, lo que supone una tasa interanual promedio del 7,18%. Se aplicará esta tasa para predecir el aumento del precio del combustible mientras dure la amortización.

2.6.1.4. Ahorro económico

Periodo (Año)	Precio del gasóleo (EUR/l)	Ahorro de gasóleo (EUR)
0	-	-
1	0,87541	2.133,73
2	0,93826	2.286,92
3	1,00563	2.451,12
4	1,07783	2.627,10
5	1,15522	2.815,74
6	1,23816	3.017,89
7	1,32706	3.234,58
8	1,42234	3.466,81
9	1,52446	3.715,72
10	1,63392	3.982,52
11	1,75124	4.268,48
12	1,87698	4.574,95
13	2,01175	4.903,44
14	2,15619	5.255,50
15	2,31100	5.632,84
16	2,47693	6.037,27
17	2,65477	6.470,74
18	2,84538	6.935,33
19	3,04968	7.433,30
20	3,26865	7.967,01

2.6.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO

Los gastos de mantenimiento y monitorización remota de la instalación para el primer periodo se estiman en 1.000 EUR.

Consultada la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, se estima un ascenso interanual del Índice sobre los Precios del Consumo (IPC) del 2,3%. Se aplicará esta tasa para predecir el aumento de los gastos de mantenimiento.

2.6.3. BENEFICIO ANUAL NETO

Con los datos de ahorro de combustible y de gastos de mantenimiento, podemos obtener el ahorro neto anual.

Periodo (Año)	Ahorro de gasóleo (EUR)	Gastos de mantenimiento (EUR)	Ahorro neto (EUR)
0	-	-	-
1	2.133,73	-1.000,00	1.133,73
2	2.286,92	-1.023,00	1.263,92
3	2.451,12	-1.046,53	1.404,59
4	2.627,10	-1.070,60	1.556,50
5	2.815,74	-1.095,22	1.720,52
6	3.017,89	-1.120,41	1.897,48
7	3.234,58	-1.146,18	2.088,40
8	3.466,81	-1.172,54	2.294,27
9	3.715,72	-1.199,51	2.516,21
10	3.982,52	-1.227,10	2.755,42
11	4.268,48	-1.255,32	3.013,16
12	4.574,95	-1.284,19	3.290,76

13	4.903,44	-1.313,73	3.589,71
14	5.255,50	-1.343,95	3.911,55
15	5.632,84	-1.374,86	4.257,98
16	6.037,27	-1.406,48	4.630,79
17	6.470,74	-1.438,83	5.031,91
18	6.935,33	-1.471,92	5.463,41
19	7.433,30	-1.505,77	5.927,53
20	7.967,01	-1.540,40	6.426,61

2.6.4. BENEFICIO NETO ACTUALIZADO

Es preciso actualizar el beneficio anual según un tipo de interés fijo. Se escoge el tipo de interés de la renta fija (0,937%) dado la seguridad del rendimiento de la inversión). El valor obtenido será el Beneficio Neto Actualizado (BNA).

Si el valor de la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) a 20 años es inferior a 0,937%, habría resultado más rentable invertir en un depósito que ofreciese este tipo de interés.

2.6.5. VALOR ACT. NETO Y TASA INTERNA DE RENTABILIDAD

Una vez obtenido el Beneficio Neto Actualizado (BNA), se calcularán el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) a 20 años de la instalación.

Periodo (Año)	BNA (EUR)	VAN /EUR)	TIR (%)
0	-	-	-
1	1.123,21	-51.276,38	-97,84
2	1.240,56	-50.035,82	-83,35
3	1.365,84	-48.669,98	-66,59
4	1.499,50	-47.170,48	-52,70
5	1.642,13	-45.528,35	-41,87

6	1.794,22	-43.734,13	-33,48
7	1.956,41	-41.777,72	-26,91
8	2.129,32	-39.648,40	-21,68
9	2.313,63	-37.334,77	-17,47
10	2.510,06	-34.824,71	-14,02
11	2.719,37	-32.105,34	-11,16
12	2.942,33	-29.163,01	-8,76
13	3.179,83	-25.983,18	-6,73
14	3.432,76	-22.550,42	-5,00
15	3.702,10	-18.848,32	-3,51
16	3.988,86	-14.859,46	-2,22
17	4.294,14	-10.565,32	-1,09
18	4.619,09	-5.946,23	-0,09
19	4.964,97	-981,26	0,78
20	5.333,03	4.351,77	1,56

Se puede observar que el Valor Actualizado neto (VAN) a 20 años es de 4.351,77 EUR, mientras que la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es del 1,76%.

Como el Valor Actualizado neto (VAN) es positivo y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es mayor que el tipo de interés de la renta fija, se considera rentable a la instalación, aunque no sea su objetivo principal.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

DOCUMENTO N°3: PLANOS

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

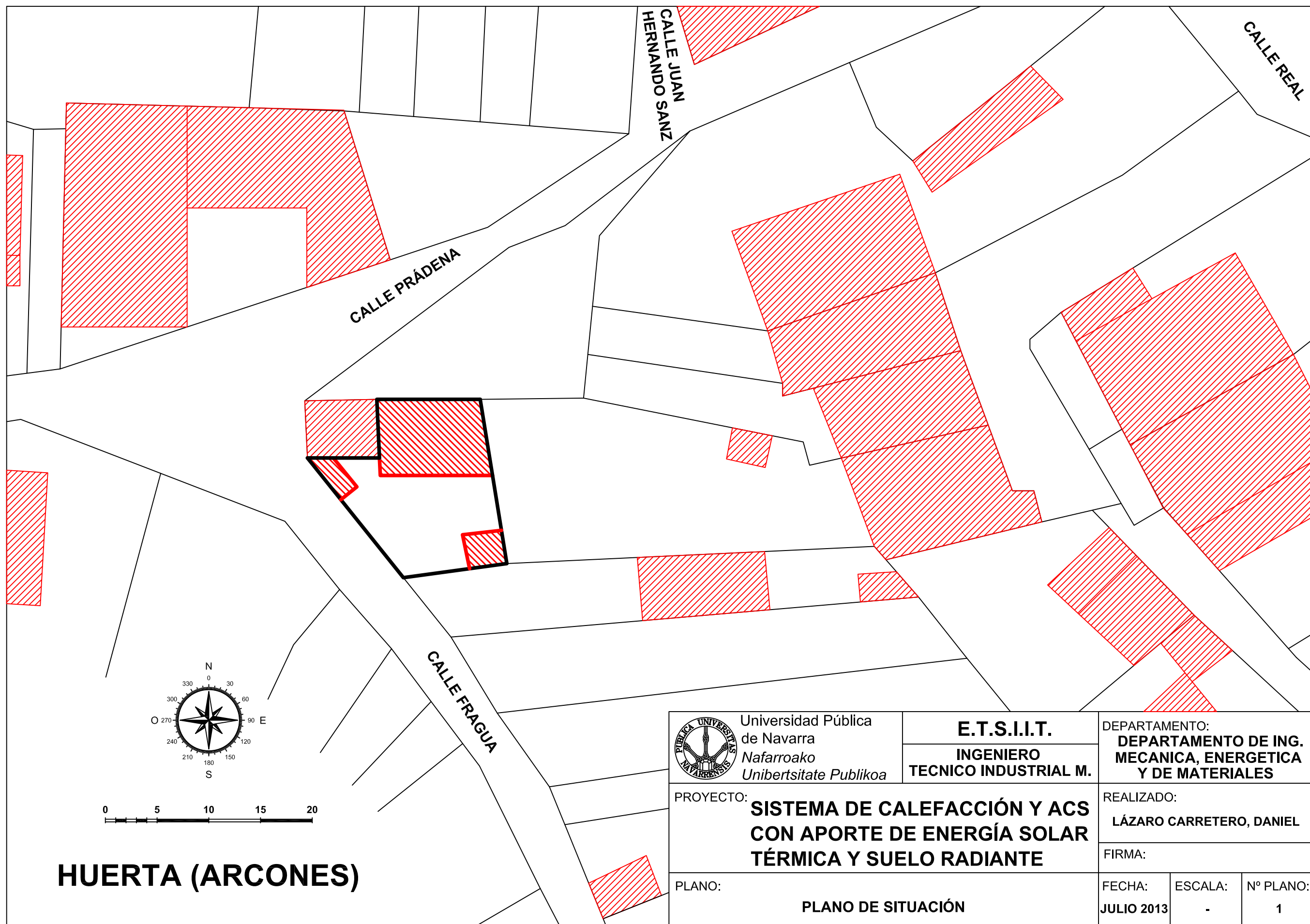
Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013

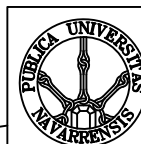
DOCUMENTO N°3: PLANOS

3.1. ÍNDICE

3.1. ÍNDICE	1
3.2. PLANO N° 1: PLANO DE SITUACIÓN	2
3.3. PLANO N° 2: UBICACIÓN EN EL SOLAR.....	3
3.4. PLANO N° 3: ALZADO PRINCIPAL	4
3.5. PLANO N° 4: ALZADO POSTERIOR	5
3.6. PLANO N° 5: PLANTA (CUBIERTA).....	6
3.7. PLANO N° 6: DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES PLANTA BAJA.....	7
3.8. PLANO N° 7: PLANO DE SUPERFICIES PLANTA CUBIERTA	8
3.9. PLANO N° 8: DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE.....	9
3.10. PLANO N° 9: ESQUEMA HIDRÁULICO	10
3.11. PLANO N° 10: ESQUEMA DE MONITORIZACIÓN	11



HUERTA (ARCONES)



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE ING.
MECANICA, ENERGETICA
Y DE MATERIALES**

PROYECTO:

**SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS
CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR
TÉRMICA Y SUELO RADIANTE**

REALIZADO:

LÁZARO CARRETERO, DANIEL

FIRMA:

PLANO:

PLANO DE SITUACIÓN

FECHA:

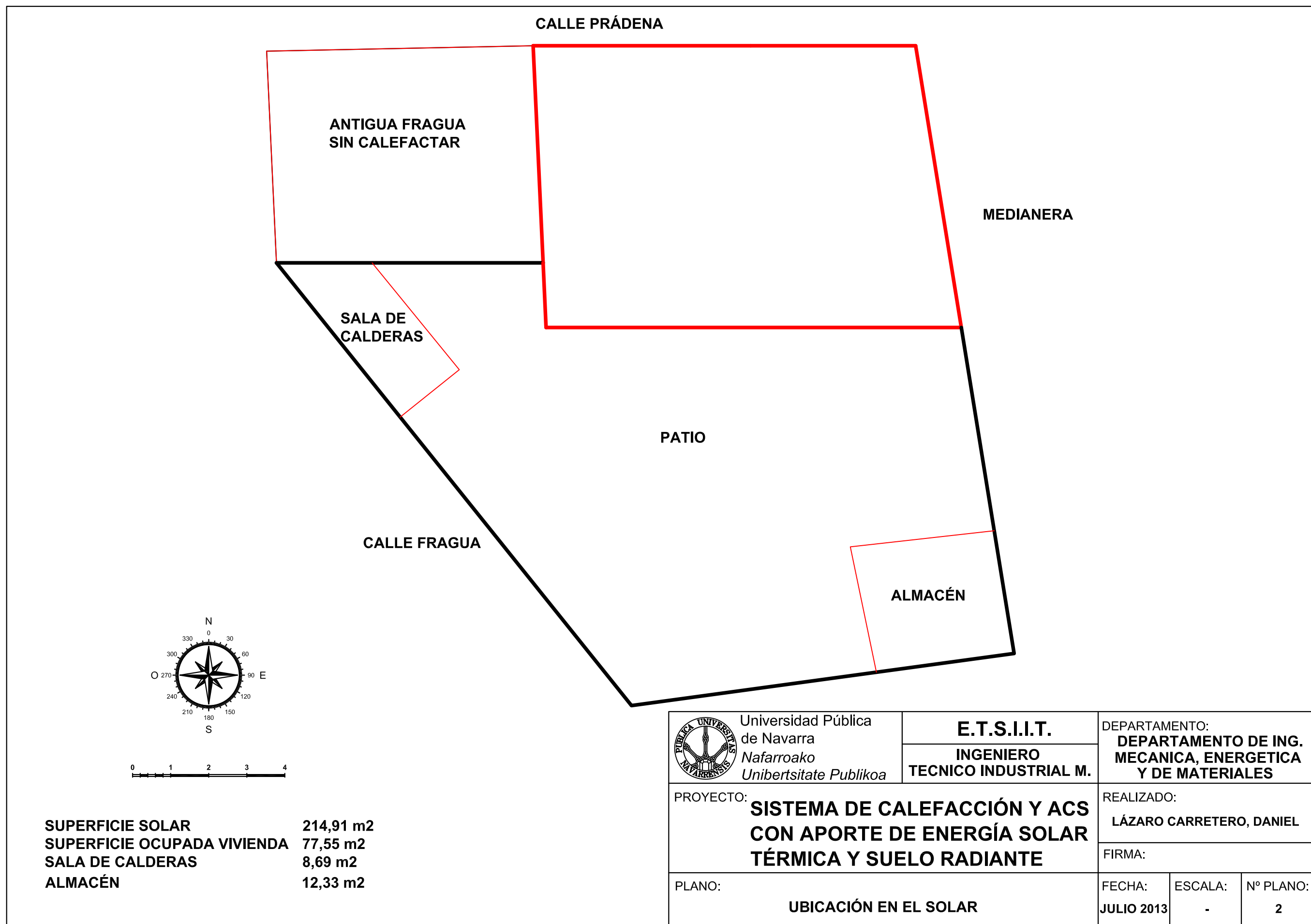
JULIO 2013

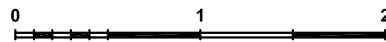
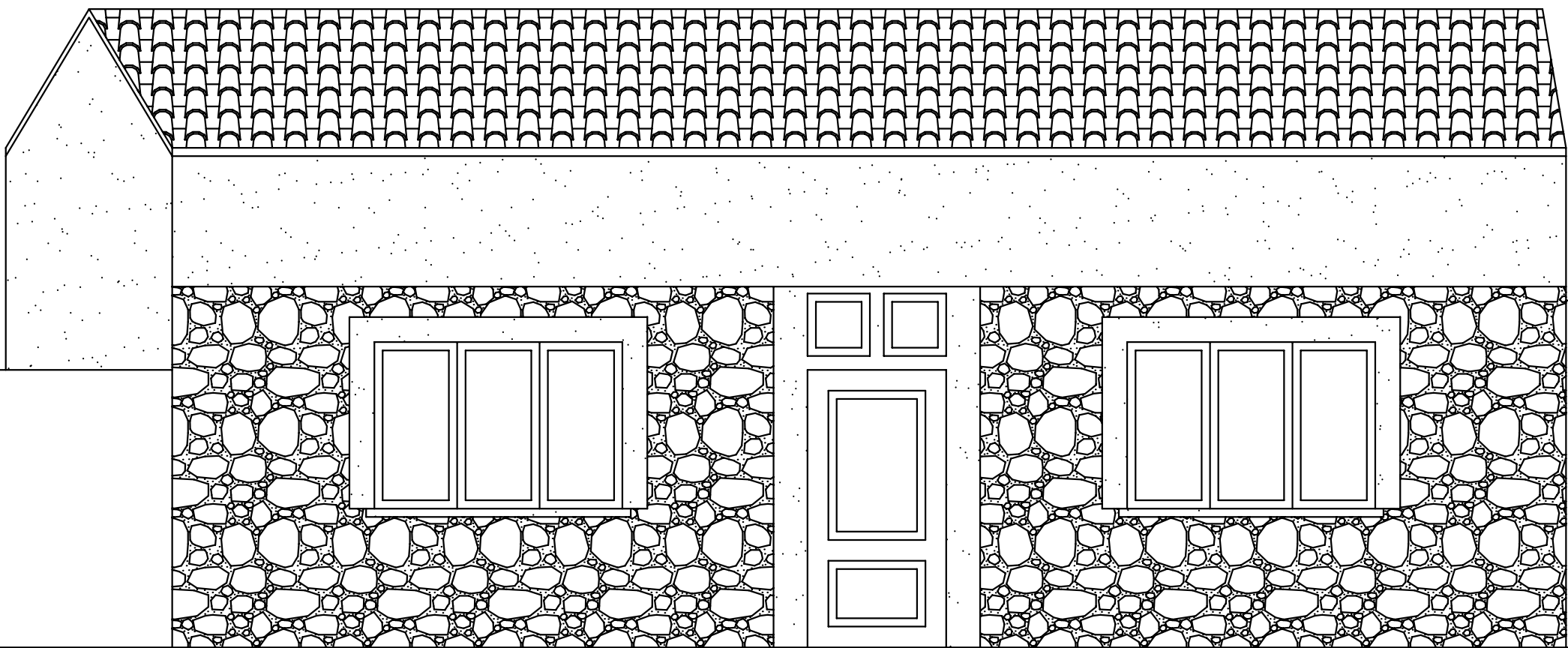
ESCALA:


-

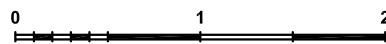
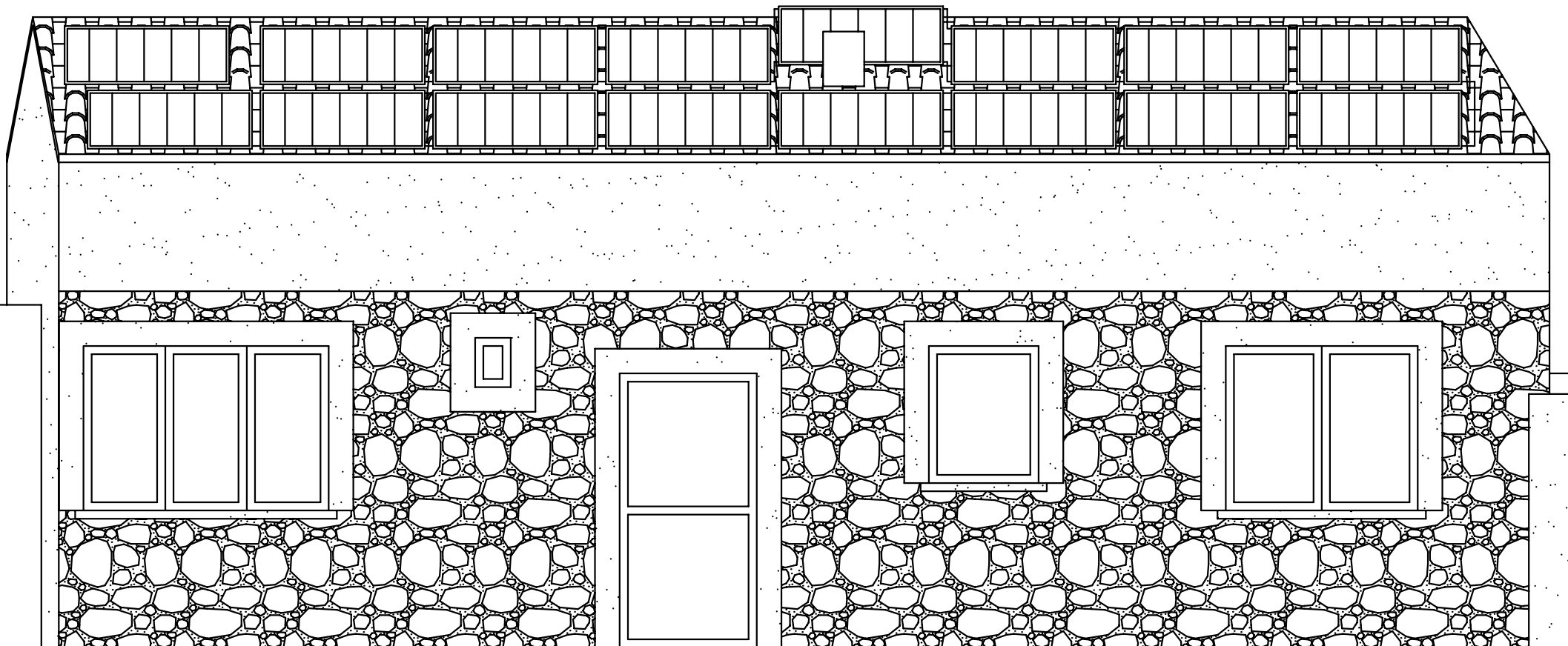
Nº PLANO:

1

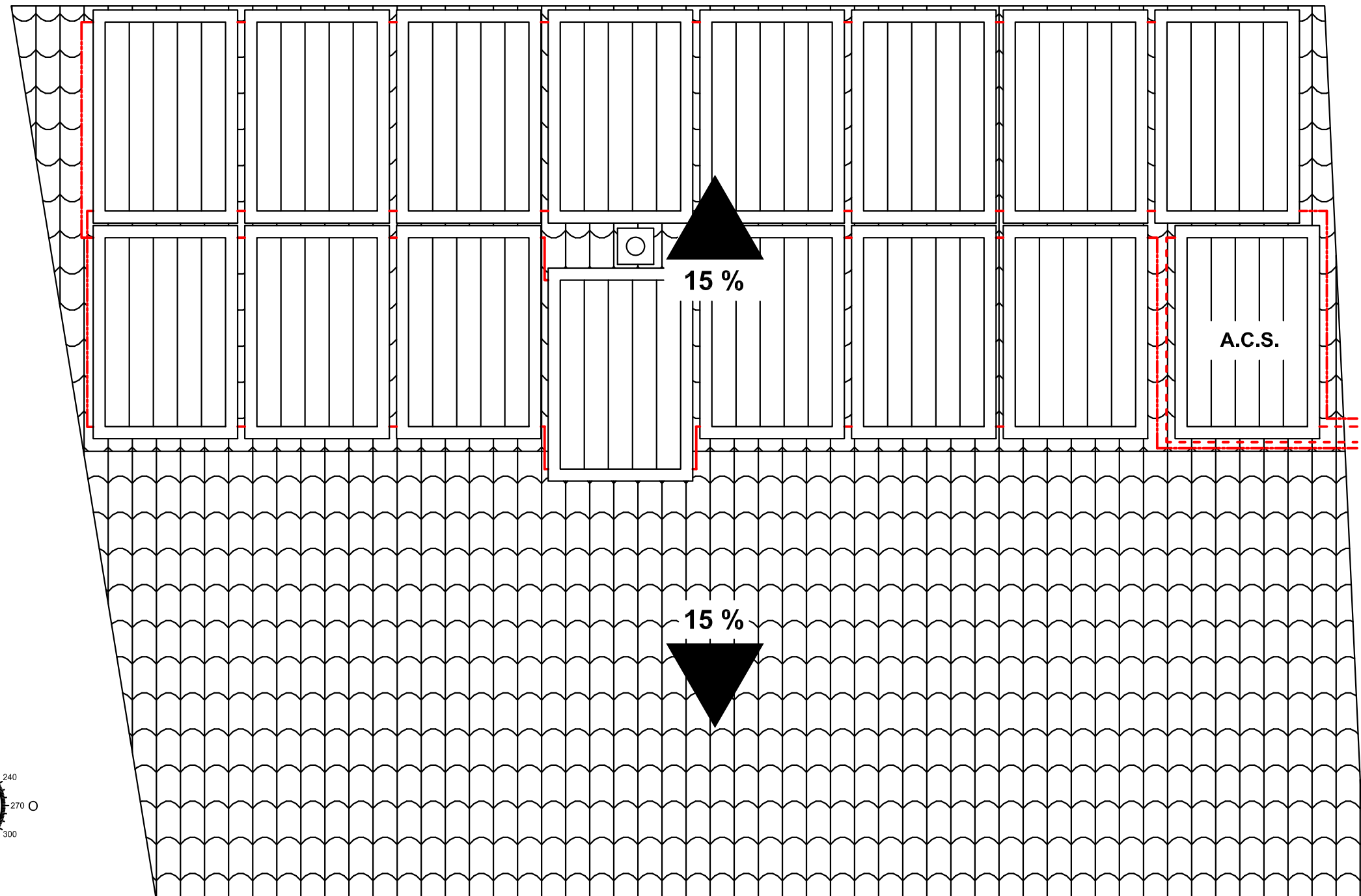




	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.				
PROYECTO: SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE				REALIZADO: LÁZARO CARRETERO, DANIEL		
				FIRMA:		
PLANO: ALZADO PRINCIPAL				FECHA: JULIO 2013	ESCALA: -	Nº PLANO: 3



 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.				
PROYECTO: SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE			REALIZADO: LÁZARO CARRETERO, DANIEL		
			FIRMA:		
PLANO: ALZADO POSTERIOR			FECHA: JULIO 2013	ESCALA: -	Nº PLANO: 4



SUPERFICIE ÚTIL DE CAPTACIÓN

CALEFACCIÓN 29,25 m²
A.C.S. 1,95 m²

TOTAL 31,20 m²

----- CIRCUITO ACS

----- CIRCUITO CALEFACCIÓN



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE ING.
MECANICA, ENERGETICA
Y DE MATERIALES**

PROYECTO:

**SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS
CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR
TÉRMICA Y SUELO RADIANTE**

REALIZADO:

LÁZARO CARRETERO, DANIEL

FIRMA:

PLANO:

PLANTA (CUBIERTA)

FECHA:

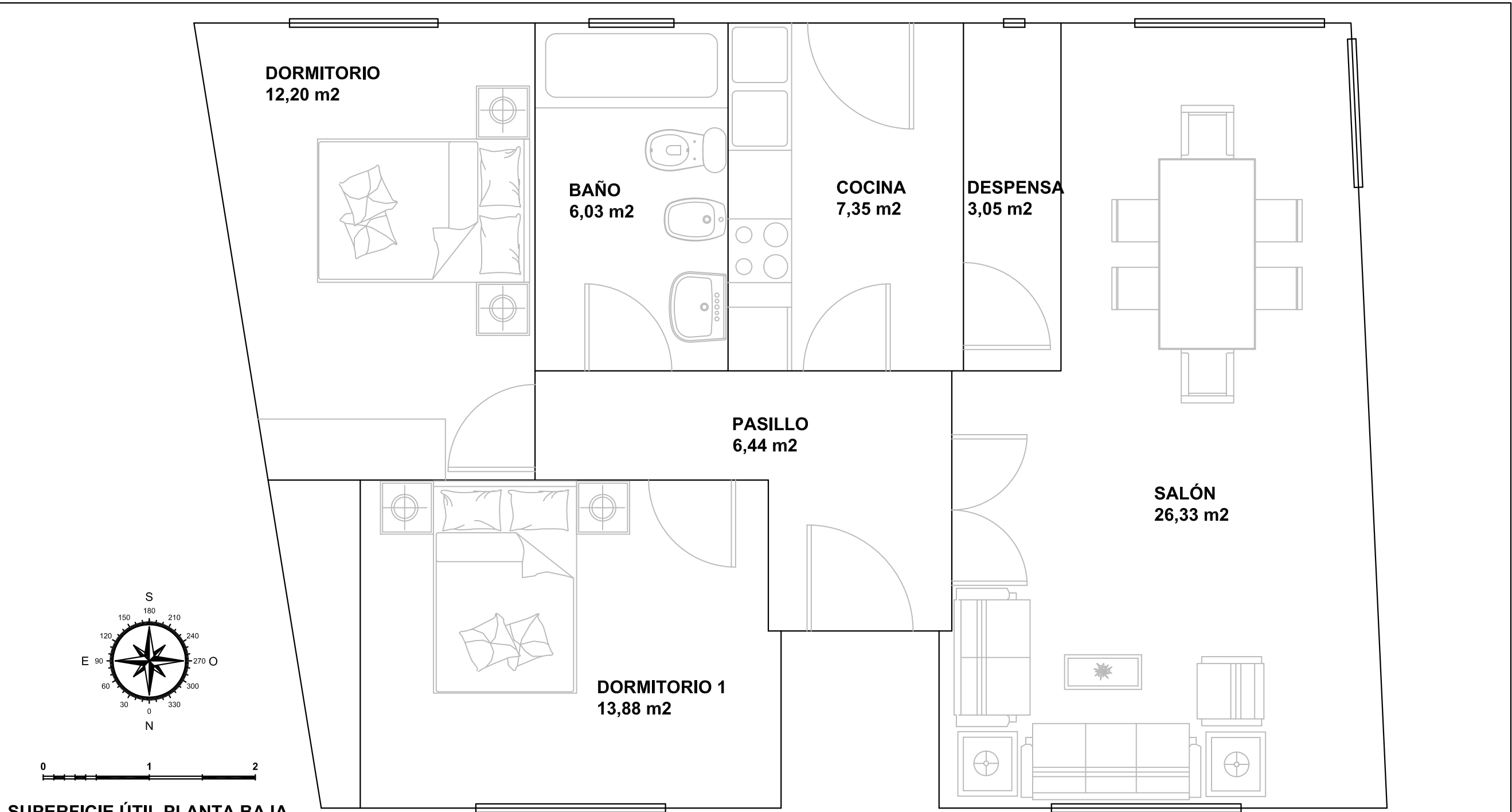
JULIO 2013

ESCALA:

-

Nº PLANO:

5



SUPERFICIE ÚTIL PLANTA BAJA

COCINA	7,35 m2
BAÑO	6,03 m2
DORMITORIO 1	13,88 m2
DORMITORIO 2	12,20 m2
SALÓN	26,33 m2
DESPENSA	3,05 m2
PASILLO	6,44 m2
<hr/>	
TOTAL	75,28 m2

	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.				
PROYECTO: SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE				REALIZADO: LÁZARO CARRETERO, DANIEL		
				FIRMA:		
PLANO: DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES PLANTA BAJA				FECHA: JULIO 2013	ESCALA: -	Nº PLANO: 6

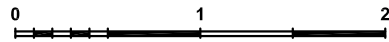
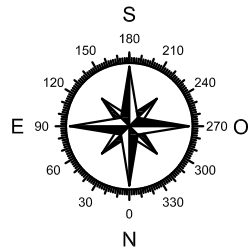
LÍNEA DE ALTURA 1,50 m

ÁTICO DIÁFANO BAJO CUBIERTA
77,85 m2

LÍNEA DE ALTURA 2,00 m



LÍNEA DE ALTURA 1,50 m



SUPERFICIE ÚTIL CUBIERTA

ÁTICO 77,85 m2

TOTAL 77,85 m2



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE ING.
MECANICA, ENERGETICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS
CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR
TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

REALIZADO:

LÁZARO CARRETERO, DANIEL

FIRMA:

PLANO:

PLANO DE SUPERFICIES PLANTA CUBIERTA

FECHA:

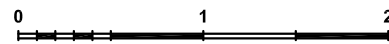
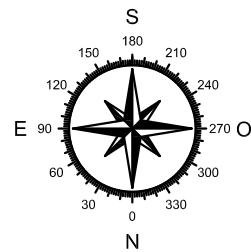
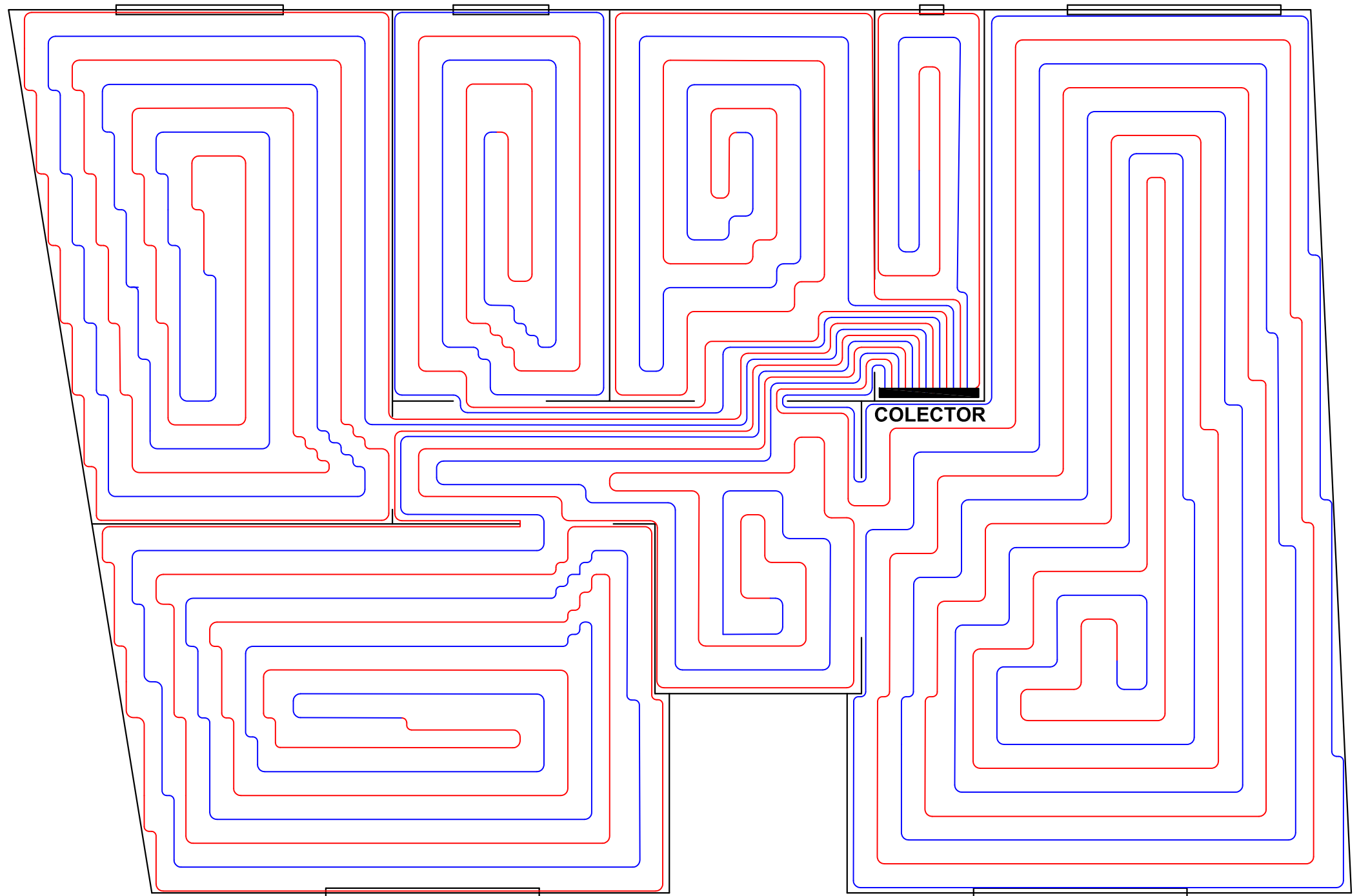
JULIO 2013

ESCALA:

-


Nº PLANO:

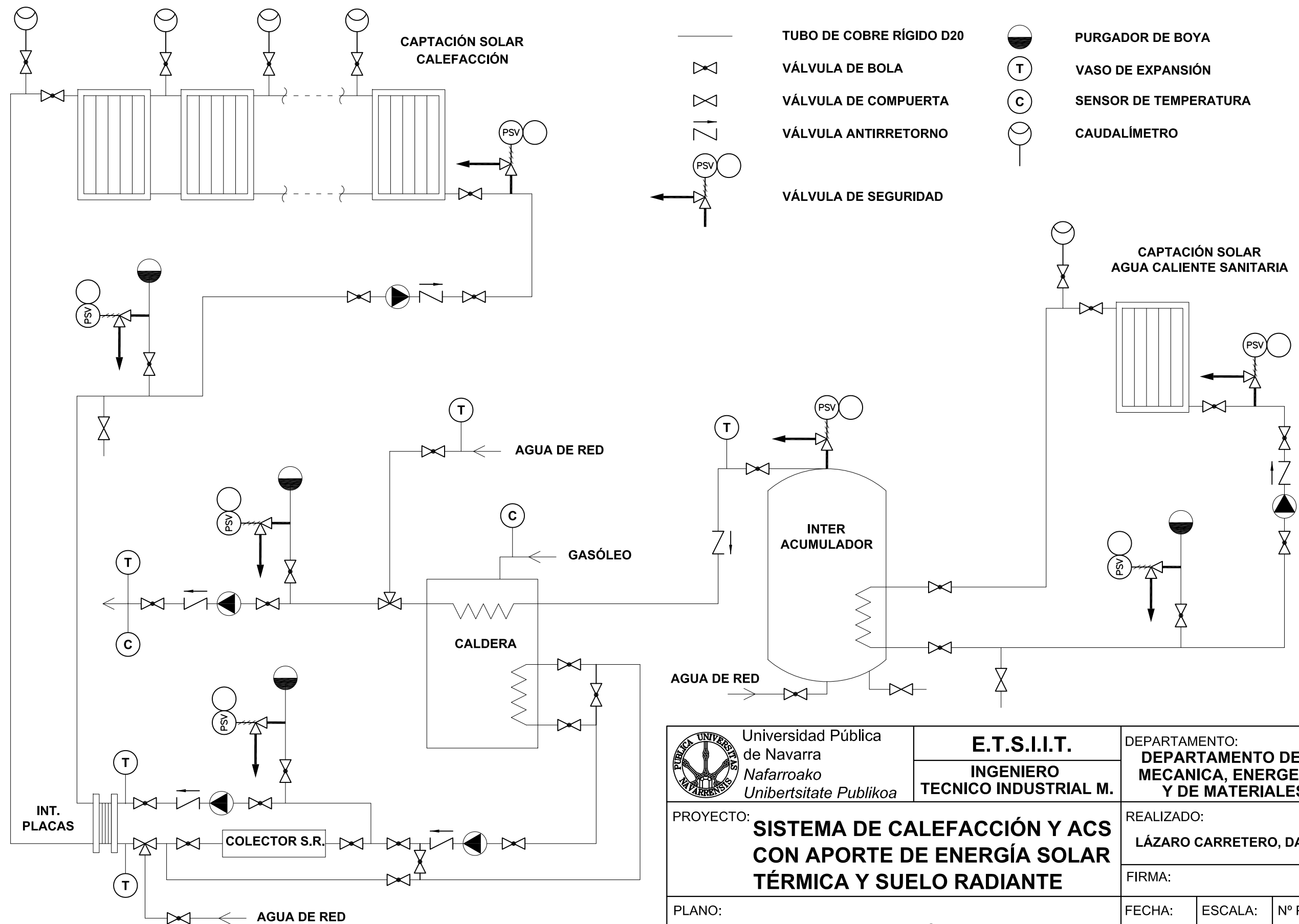
7



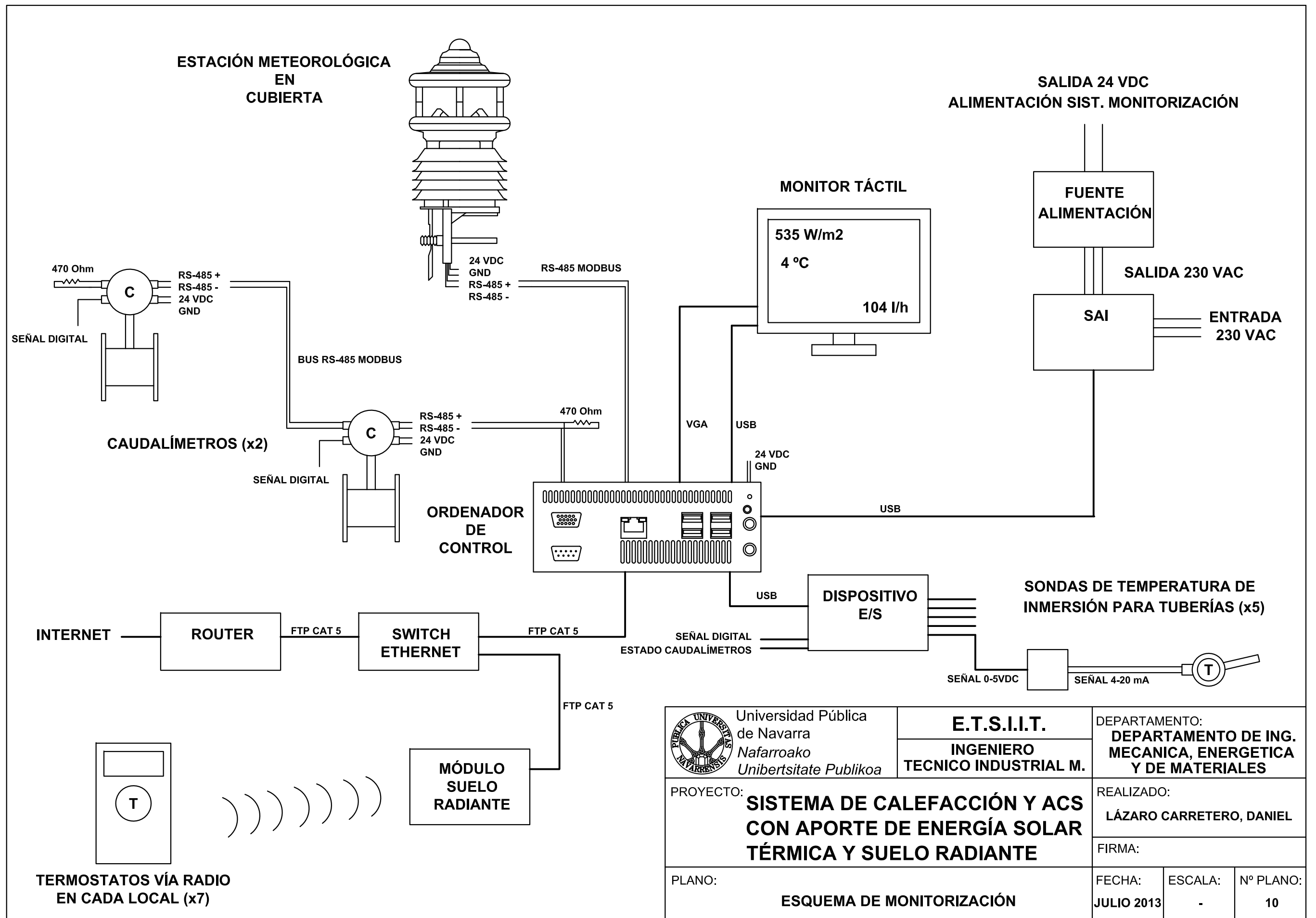
— IMPULSIÓN DE COLECTOR

— RETORNO A COLECTOR

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
	PROYECTO: SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE	REALIZADO: LÁZARO CARRETERO, DANIEL
PLANO: DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE	FIRMA:	FECHA:
	JULIO 2013	ESCALA: - N° PLANO: 8



	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.				
PROYECTO: SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE				REALIZADO: LÁZARO CARRETERO, DANIEL		
				FIRMA:		
PLANO: ESQUEMA HIDRÁULICO				FECHA: JULIO 2013	ESCALA: -	Nº PLANO: 9





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. ÍNDICE

4.1. ÍNDICE	1
4.2. INTRODUCCIÓN	3
4.2.1. OBJETO	3
4.3. CONDICIONES GENERALES	3
4.4. CONDICIONES FACULTATIVAS	4
4.5. CONDICIONES ECONÓMICAS	5
4.6. CONDICIONES LEGALES	6
4.6.1. EMPRESA INSTALADORA	6
4.6.2. EMPRESA DE MANTENIMIENTO	7
4.7. CONDICIONES TÉCNICAS	7
4.7.1. EQUIPOS Y MATERIALES	8
4.7.1.1. Calderas	8
4.7.1.2. Quemadores	8
4.7.1.3. Captadores solares	9
4.7.1.4. Acumuladores	9
4.7.1.5. Intercambiadores de calor	9
4.7.1.6. Bombas de circulación	10
4.7.1.7. Tuberías	10
4.7.1.8. Válvulas	10
4.7.1.9. Vasos de expansión	11
4.7.1.10. Purgadores	11
4.7.1.11. Sistemas de llenado	11
4.7.1.12. Aislamiento de redes de tuberías	12
4.7.1.13. Chimeneas	12
4.7.1.14. Sistema eléctrico y de control	12
4.7.1.15. Sistema de monitorización local y remota	13
4.7.1.16. Sensores de temperatura	15
4.7.1.17. Sensores de caudal	15
4.7.1.18. Estaciones meteorológicas de exterior	16
4.8. CONDICIONES DE MONTAJE	16

4.8.1. MONTAJE DE EQUIPOS	17
4.8.1.1. Captadores solares.....	17
4.8.1.2. Interacumulador	17
4.8.1.3. Intercambiador	17
4.8.1.4. Sistema de llenado.....	17
4.8.1.5. Bombas.....	18
4.8.1.6. Tuberías y accesorios	18
4.8.1.7. Aislamiento	19
4.8.1.8. Contadores	19
4.8.1.9. Caldera	19
4.8.1.10. Sistema de monitorización local y remota	19
4.8.1.11. Sensores de temperatura.....	19
4.8.1.12. Sensores de caudal	20
4.8.1.13. Estaciones meteorológicas de exterior	20
4.9. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	21
4.9.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	21
4.9.2. AJUSTE Y EQUILIBRADO	23
4.9.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA	24
4.9.4. PRUEBAS EN EL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	24
4.9.5. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	25
4.10. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO	25
4.10.1. VIGILANCIA	25
4.10.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	25
4.10.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	26
4.10.4. PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.....	26

4.2. INTRODUCCIÓN

4.2.1. OBJETO

El presente documento tiene por finalidad el establecimiento de las condiciones en las que debe realizarse la contratación y ejecución de la obra de instalación de calefacción y agua caliente sanitaria, y de la monitorización de la misma detallada en el proyecto.

Del mismo modo, este pliego de condiciones fijará las condiciones de calidad de los elementos y materiales, así como las condiciones en las que se realizará el montaje y la puesta a punto de la instalación.

4.3. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones forma parte de la documentación del proyecto “SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE” para un edificio unifamiliar ubicado en la localidad de Arcones (Segovia). Junto al resto de documentos del Proyecto, definen la instalación y servirá para la ejecución de la misma.

Toda duda que se plantease en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Director de la obra. La intervención en la obra por parte del Contratista presupone el conocimiento y la aceptación del presente Pliego de Condiciones.

Toda variación sobre la obra proyectada deberá ser conocida y autorizada previamente por el Director de la obra. En el caso contrario, el Contratista responderá de las consecuencias que ello pudiera originar.

La utilización de materiales y la colocación de los diferentes elementos presentes en la instalación no se realizarán hasta que estos sean aceptados por el Director de la obra.

El Contratista designará un Encargado General, que atenderá y entenderá las órdenes de la Dirección Facultativa, conocerá el presente Pliego de Condiciones y velará por la buena ejecución del trabajo.

El Encargado General dispondrá de un Libro de Órdenes y Asistencias, en el que la Dirección escribirá aquellos datos u órdenes que considere oportunos. Este Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1.971.

El Contratista deberá atender en todo momento todas las normativas y reglamentos de aplicación, así como la normativa propia de las compañías suministradoras de recursos.

Las contratas y subcontratas deberán igualmente conocer y aceptar lo dispuesto en el presente Pliego de condiciones.

4.4. CONDICIONES FACULTATIVAS

Es obligación del Contratista ejecutar la obra de acuerdo con las especificaciones indicadas en el presente Proyecto, así como con las normativas y reglamentos de aplicación. Igualmente, el Contratista deberá ejecutar cuanto sea necesario para la construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones, siempre que lo disponga el Director de la obra y dentro de los límites de posibilidades que determinen los presupuestos para cada unidad de obra.

El Contratista deberá contar con los medios humanos y materiales necesarios para ejecutar la instalación en el plazo dispuesto y acordado con la Propiedad en la firma del Contrato. Deberá disponer de personal cualificado y debidamente acreditado, si fuera necesario, para realizar los trabajos para los que ha sido contratado.

El Contratista deberá disponer de un seguro de responsabilidad civil a terceros.

El Contratista deberá dar cuenta al Director de la obra del comienzo de los trabajos, al menos cuarenta y ocho horas antes del inicio de los mismos.

El Contratista deberá emplear materiales y mano de obra de manera que se cumplan las condiciones técnicas exigidas en el presente Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados siguiendo las pautas recogidas en el presente documento.

Mientras no se dé la recepción definitiva de la obra, el Contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos contratados y de las faltas o defectos que pudieran existir, ya fuera por la mala ejecución de la obra o por la deficiente calidad de los materiales o aparatos empleados.

En el caso de que el Director de obra o su representante adviertan vicios o defectos en los trabajos ya ejecutados, o bien que los materiales o aparatos empleados no reúnan las condiciones requeridas, ya sea en el curso de la ejecución de los mismos, o una vez finalizados estos, siempre antes de ejecutarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer la demolición y posterior reconstrucción de las partes defectuosas. Los gastos ocasionados por estos motivos serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios queden demostrados. En el caso contrario, los gastos correrán de la cuenta del Propietario.

Todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra serán por cuenta y riesgo del Contratista, siendo responsable de toda avería o accidente personal que pueda ocurrir en la obra por la ausencia de ellos.

Una vez finalizado el montaje de la instalación, el Contratista estará obligado a realizar las pruebas exigidas por las Instrucciones Técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, subsanando los problemas que pudieran detectarse.

Todas las pruebas se realizarán en presencia del Director de la obra, el cual dará fe de los resultados por escrito. A lo largo de la obra, la Dirección Facultativa podrá requerir la realización de pruebas parciales de la instalación.

Terminada la instalación y tras la realización satisfactoria de las pruebas oportunas, se procederá al acto de Recepción Provisional de la instalación. El plazo de garantía de la instalación será de doce meses a contar a partir de la firma de esta Recepción Provisional.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la Recepción Provisional adquirirá el carácter de Recepción Definitiva.

4.5. CONDICIONES ECONÓMICAS

Se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos realizados, siempre que estos se hayan realizado cumpliendo el presente Proyecto y las condiciones en las que se establece el contrato.

Los precios de unidades de obra, materiales y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán entre el Director de la obra y el Contratista o su representante expresamente autorizado. El contratista los presentará descompuestos y será necesaria la aprobación de los mismos antes de proceder a la ejecución de las partes.

Una vez aceptada y firmada la aprobación de los precios, el Contratista no podrá realizar reclamación alguna que sugiera un aumento de los precios fijados, que se mostrarán en el presupuesto de la ejecución de las obras.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la contrata y a las órdenes e instrucciones que entregue por escrito el Director de la obra. El importe será siempre el establecido en los presupuestos aprobados.

El Contratista no podrá en ningún caso, ante un retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, debiendo cumplir los plazos establecidos.

No se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director de la obra ordene por escrito la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la Recepción Definitiva.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por pérdida o averías en materiales y elementos salvo en casos de fuerza mayor, como pudieran ser los daños producidos por la acción de terremotos o vientos huracanados o los incendios causados por la electricidad atmosférica. En cualquier caso, la indemnización se refiere exclusivamente a los elementos y materiales ya contruidos o situados a pie de obra. La maquinaria propiedad de la contrata queda excluida de toda indemnización.

4.6. CONDICIONES LEGALES

Todas las partes quedan sometidas a la legislación Civil, Mercantil y Procesal española. A todos los efectos, las partes se someten a la jurisdicción y competencia de los Juzgados y Tribunales de la provincia de Segovia.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que proponen este Proyecto. A estos efectos, la Memoria no tendrá consideración de documento.

Como consecuencia de ello, el Contratista estará obligado a la demolición y posterior reconstrucción de lo que haya sido mal ejecutado, según las condiciones anteriormente establecidas.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observarán las normas que dispone el vigente Reglamento de Seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción, así como lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. El Encargado General se hará responsable de su cumplimiento.

Se enumeran a continuación todas aquellas causas que se consideran suficientes para la rescisión del contrato:

- Quiebra del Contratista.
- Incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuidos o actos de mala fe.
- No dar comienzo a los trabajos dentro del plazo señalado.
- Abandono de la obra sin causa justificada.
- Alteraciones del proyecto que signifiquen una variación del 25% de las unidades de proyecto o un 40% en el presupuesto de una de las mismas.

Una vez terminadas las obras, se procederá a realizar el acto de Recepción Provisional, al que deberán acudir un representante de la empresa contratante, el Director de la obra y el Contratista, los cuales levantarán el acta correspondiente.

De detectarse en este acto alguna falla, se reflejará en el acta, y se deberá fijar un plazo para ejecutar los cambios necesarios. Al finalizar los mismos, se procederá a un nuevo reconocimiento al que acudirán todas las partes.

El plazo de garantía será de doce meses, a contar a partir de la fecha de Recepción Provisional de la obra. Durante este periodo, el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan. Los gastos de estas actuaciones serán por su cuenta y sin derecho a indemnización.

4.6.1. EMPRESA INSTALADORA

Se considera Empresa Instaladora (EI) a aquella legalmente establecida que tiene como objeto el montaje y la reparación de instalaciones y que se encuentre inscrita como tal en el

registro correspondiente. Esta empresa debe poseer el correspondiente certificado emitido por el órgano competente donde radique su domicilio social.

La ejecución de las instalaciones sujetas a este reglamento solamente puede ser desarrollada por empresas que estén registradas como Empresas Instaladoras en la especialidad adecuada a la instalación de que se trate.

La Empresa Instaladora tiene la obligación de ejecutar correctamente el montaje de las instalaciones y las reparaciones que tuviera que realizar, ateniéndose al Proyecto y siguiendo las directrices y normas que imponga el Director de la obra, no pudiendo variar trazados, cambiar materiales o introducir cualquier otra modificación en el Proyecto.

La Empresa Instaladora es responsable de la ejecución de la obra y de las pruebas parciales y totales, de la puesta en marcha y del equilibrado de los elementos de la instalación.

4.6.2. EMPRESA DE MANTENIMIENTO

Se considera Empresa de Mantenimiento (EM) a aquella legalmente establecida que tiene como objeto el mantenimiento y la reparación de instalaciones y que se encuentre inscrita como tal en el registro correspondiente. Esta empresa deberá poseer el correspondiente certificado emitido por el órgano competente donde radique su domicilio social.

La Empresa de Mantenimiento es responsable de que el mantenimiento de la instalación y las reparaciones que tuviera que llevar a cabo sean las adecuadas para garantizar la seguridad de la instalación y el uso racional de la energía.

Cuando sea necesaria la sustitución de equipos, piezas o materiales de una instalación, la Empresa de Mantenimiento es responsable de que los nuevos elementos cumplan la normativa vigente en cuanto a nivel de calidad, homologación y aprobación o registro de tipos.

4.7. CONDICIONES TÉCNICAS

En el presente Proyecto se especifican marcas, tipos y modelos de los componentes básicos de la instalación, que han sido seleccionados en función de sus características técnicas, prestaciones, dimensiones u otras características con la finalidad de indicar un buen nivel de calidad.

La aceptación de equipos similares corresponde a la Dirección Facultativa, por lo que el Contratista se verá obligado a instalar las marcas y calidades indicadas en el caso de que las modificaciones no sean aceptadas.

Las variaciones planteadas deberán indicarse en un apartado diferenciado y no serán tenidas en cuenta en el estudio comparativo de ofertas. El incumplimiento de este punto será motivo de rechazo de la oferta.

Cualquier material o elemento a instalar será de primera calidad, no habiendo sido utilizado con anterioridad y en perfecto estado de funcionamiento.

El Contratista deberá de disponer de la maquinaria y de los medios adecuados para la realización de la obra en las condiciones correctas y en el tiempo estipulado.

4.7.1. EQUIPOS Y MATERIALES

4.7.1.1. Calderas

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Dispondrán de etiqueta de identificación energética en la que se especificará el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal de cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano y marcados en caracteres indelebles.

La caldera deberá estar construida para poder ser equipada con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión. El fabricante deberá suministrar toda la documentación de la misma.

La potencia de la caldera será la necesaria para el cumplimiento de la demanda conjunta en la instalación de calefacción y en la instalación de Agua Caliente Sanitaria.

El generador de calor cumplirá con la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.2 del vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

El local técnico donde se alojen los equipos de producción de calor no se considera sala de máquinas al disponer este de una potencia térmica nominal menor de 70 kW. Por tanto, no se exige el cumplimiento de la Instrucción Técnica IT 1.3.4.1.2 del vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Los generadores de calor con combustibles que no sean gases, deberán disponer de un dispositivo de interrupción del funcionamiento del quemador en caso de retroceso de los productos de la combustión y de un dispositivo de interrupción del funcionamiento del quemador que impida que se alcancen temperaturas mayores que las de diseño. Este último será de rearme manual.

El rendimiento útil del conjunto caldera-quemador deberá ser al menos el indicado en el Real Decreto 275/1.995 que adopta la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE.

4.7.1.2. Quemadores

El quemador deberá ser un modelo homologado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Dispondrá de etiqueta de identificación energética, en la que se especificará el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo y tipo de quemador, tipo de combustible, valores límite de gasto horario, potencias nominales para los valores anteriores de gasto, presión de alimentación del combustible, tensión de alimentación,

potencia del motor eléctrico, nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios, determinado según la norma UNE 74105, dimensiones y peso. Estos datos estarán escritos en castellano y marcados en caracteres indelebles.

4.7.1.3. Captadores solares

Los captadores solares deberán poseer certificación conforme a la norma UNE-EN 12975-2. Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

Los captadores dispondrán de una etiqueta de identificación energética, en la que se especificará el nombre y el domicilio del fabricante, y eventualmente su anagrama, el modelo, tipo y año de producción, el número de serie de fabricación, el área total del captador, el peso del captador vacío y la capacidad de líquido y la presión máxima de servicio. Estos datos estarán escritos en castellano y marcados en caracteres indelebles.

Los captadores solares con absorbente de hierro no podrán ser utilizados bajo ningún concepto. Cuando se utilicen captadores con absorbente de aluminio, se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre o de hierro.

Los captadores llevarán, preferentemente, un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

4.7.1.4. Acumuladores

Los acumuladores para Agua Caliente Sanitaria y las partes de acumuladores combinadas que estén en contacto con agua potable deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12897.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además la superficie de intercambio térmico en m² y la presión máxima de trabajo del circuito primario. En cualquier caso, indicará la pérdida de carga en el acumulador.

Cada acumulador deberá venir equipado de fábrica de los manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección.

Cada acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, siendo recomendable disponer de una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV o lámina de material plástica.

Los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

4.7.1.5. Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor deberán soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de Agua Caliente Sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

Los intercambiadores de calor existentes entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no deberían reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

4.7.1.6. Bombas de circulación

Las bombas deberán soportar la presión máxima del circuito y se seleccionarán de forma que el caudal y las pérdidas de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificada por el fabricante.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

Los materiales de la bomba del circuito primario solar serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones.

Las bombas permitirán efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

4.7.1.7. Tuberías

Todas las tuberías cumplirán con la normativa vigente en cuanto a dimensiones y características, según el material de su composición.

Las tuberías deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables con el tiempo en sus propiedades físicas. No deberán alterar las características del agua sanitaria.

En las tuberías del circuito primario solar podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.

En el circuito secundario o de servicio de Agua Caliente Sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

4.7.1.8. Válvulas

Todas las válvulas serán de fácil acceso. La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los siguientes criterios:

- Para aislamiento, válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos, válvulas de asiento.
- Para vaciado, válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado, válvulas de esfera.

- Para purga de aire, válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad, válvula de resorte.
- Para retención, válvulas de disco de doble compuerta o de clapeta.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba entre la boca y el manguito antivibratorio y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

4.7.1.9. Vasos de expansión

Los vasos de expansión colocados en la instalación serán de tipo cerrado.

Los vasos de expansión deberán absorber las variaciones de volumen del fluido caloportador contenido en el circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo la pérdida y la reposición de la masa de fluido.

Los vasos de expansión se colocarán preferentemente en la aspiración de las bombas, evitando la formación de una bolsa de aire en las mismas. La presión mínima deberá ser tal que se eviten los fenómenos de cavitación.

No existirá ningún elemento de corte entre el generador y los vasos de expansión.

El dispositivo de expansión cerrada del circuito de captadores solares deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

4.7.1.10. Purgadores

Se instalarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador (manual o automático) en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en general en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos en el captador, deben soportar al menos la temperatura de estancamiento del captador, y en cualquier caso hasta 130 °C.

4.7.1.11. Sistemas de llenado

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice directamente un

fluido para el circuito primario cuyas características incumplan el Código Técnico de la Edificación o con una concentración de anticongelante más baja.

En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

4.7.1.12. Aislamiento de redes de tuberías

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran y cuando contengan fluidos con temperatura mayor de 40 °C cuando estén instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos.

Los equipos y componentes que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante.

Para el cálculo del espesor mínimo del aislamiento se seguirá el procedimiento simplificado sugerido por la Instrucción Técnica IT 1.2.4.2.1.2 del vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

4.7.1.13. Chimeneas

En las instalaciones térmicas existentes que se reformen cambiándose sus generadores y que ya dispongan de un conducto de evacuación a cubierta, este será el empleado para la evacuación, siempre que sea adecuado al nuevo generador objeto de la reforma y de conformidad con las condiciones establecidas en la reglamentación vigente.

4.7.1.14. Sistema eléctrico y de control

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de las bombas.

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura. Para conseguirlo, en el caso de las de inmersión, se instalarán en contra de la corriente de fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que lo rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que estas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

La totalidad de las sondas debe permitir la conexión a un ordenador de adquisición de datos, bien de forma directa o bien mediante dispositivos de entradas analógicas y/o digitales.

4.7.1.15. Sistema de monitorización local y remota

El sistema de monitorización se llevará a cabo mediante un ordenador de rango industrial y bajo un sistema operativo Windows para garantizar una mayor flexibilidad.

La conexión de los diferentes equipos al ordenador industrial se realizará bien mediante dispositivos de entradas y salidas conectados al ordenador industrial, o bien mediante conexión directa al mismo a través de conexiones serie RS-232 o RS-485 o conexiones TCP/IP.

El ordenador deberá poseer, como mínimo, las siguientes características:

- Arquitectura x86.
- Ausencia de elementos mecánicos tales como ventiladores o discos duros.
- 2 puertos series RS-232.
- 2 puertos serie RS-485.
- 4 puertos USB para conexión de periféricos.
- 1 puerto de salida de vídeo (VGA, DVI, HDMI)
- 1 puerto de red Ethernet 10/100.
- Alimentación en corriente continua de rango variable 9-36 VDC.
- 1 convertidor interno DC-DC que estabilice la tensión y proteja los componentes del propio equipo.

Se monitorizarán, como mínimo, las siguientes variables:

- Temperatura ambiente exterior.
- Radiación solar inclinada.
- Temperaturas ambientes interiores en cada uno de los locales calefactados.
- Temperatura de acumulación de Agua Caliente Sanitaria.
- Temperatura de entrada de agua de red.
- Temperatura de suministro de Agua Caliente Sanitaria.
- Caudal de consumo de Agua Caliente Sanitaria.
- Caudal de consumo de gasóleo.
- Temperatura de impulsión de Suelo Radiante.
- Temperatura de retorno de Suelo Radiante.
- Estado de funcionamiento de las bombas de circulación.
- Estado de funcionamiento del sistema auxiliar.

Opcionalmente, se monitorizarán:

- Humedad relativa ambiente exterior.
- Humedad relativa ambiente interior.
- Temperatura a la entrada de los captadores solares.
- Temperatura a la salida de los captadores solares.
- Presión de agua en el circuito primario.
- Temperatura a la entrada del secundario de Suelo Radiante.
- Temperatura a la salida del secundario de Suelo Radiante.
- Temperatura a la entrada de la caldera.
- Temperatura a la salida de la caldera.
- Cualquier otra magnitud.

El sistema permitirá el cálculo automático de variables secundarias en función de los valores medidos, tales como:

- Valores promedio de cualquiera de las variables recibidas.
- Demanda de energía térmica diaria.
- Energía solar térmica aportada.
- Energía auxiliar consumida.
- Fracción solar media.
- Consumos diarios de agua y gasóleo.
- Cualquier otro cálculo de utilidad.

El sistema de monitorización debe permitir el almacenamiento de variables en diferentes periodos de tiempo. Al menos, se permitirá la grabación de valores cada 1, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 o 60 minutos, pudiéndose discernir el periodo de grabación de forma independiente para cada variable.

El almacenamiento de variables se podrá realizar bien en base de datos tipo SQL, SQLite o similar o bien en ficheros planos de texto separados por comas.

El sistema deberá permitir el envío, mediante una conexión a internet, de las variables que se requieran a una instalación remota para su monitorización central, donde se podrán almacenar las variables recibidas del mismo modo que en la instalación solar, con la funcionalidad de poder recibir los datos de diferentes instalaciones en una base de datos común.

La conexión a internet podrá realizarse a través de la red dispuesta en el edificio o bien a través de un sistema independiente.

El sistema deberá permitir el funcionamiento con equipos suministradores de datos de diferentes fabricantes.

El sistema deberá dotarse de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida que garantice el funcionamiento sin potencia de red durante al menos 1 hora. En el caso de que el equipo no disponga de energía y se apague de forma repentina, deberá regresar a su funcionamiento pleno cuando regrese el tendido eléctrico.

El sistema, tanto en local como en remoto, deberá permitir la generación de un sinóptico de la instalación, con las variables en tiempo real representadas sobre él.

4.7.1.16. Sensores de temperatura

En la medición de temperaturas de fluido en circulación se utilizarán sensores de inmersión, con un grado de protección IP-54 o superior.

La precisión de los sensores de temperatura será inferior a ± 1 °C.

En el caso de sensores que proporcionen el valor de una resistencia eléctrica que se modifica con la temperatura, estos deberán ser de 3 o, preferiblemente, 4 hilos, de modo que se compense la resistencia eléctrica generada por la tirada del propio cable. En ningún caso podrán ser de 2 hilos.

Se elegirán preferentemente sensores que proporcionen una salida analógica de 4-20 mA por encima de los que generen una señal de 0-10V con el fin de prevenir las caídas de tensión producidas en los conductores. En el caso de escoger estos últimos, deberá compensarse convenientemente la medida efectuada.

En el caso de instalarse equipos propios que realicen la lectura de forma autónoma y la sirvan posteriormente al sistema de monitorización, el protocolo de comunicaciones utilizado deberá ser entregado por el fabricante. Se escogerán preferentemente aquellos dispositivos que utilicen protocolos estándar (por ejemplo, Modbus) a los que utilicen protocolos propietarios.

Los conductores de toda sensorización deberán ser trenzados y apantallados para disminuir el acoplamiento de señales externas que distorsionen las medidas.

4.7.1.17. Sensores de caudal

En la medición de caudales de circulación se utilizarán caudalímetros preferentemente magnéticos, con un grado de protección IP-65 o superior.

La precisión de los caudalímetros será inferior al 2%.

La comunicación con el sistema de monitorización se realizará a través de puerto serie, preferiblemente RS-485. Se agruparán, en la medida de lo posible, los caudalímetros en un mismo bus de datos.

Los conductores de toda sensorización deberán ser trenzados y apantallados para disminuir el acoplamiento de señales externas que distorsionen las medidas.

Los caudalímetros dispondrán de una etiqueta de identificación energética, en la que se especificará el nombre del fabricante, el modelo, tipo y año de producción, el número de serie de fabricación, el diámetro nominal, el rango de caudales soportado, el grado de protección y el sentido de flujo. Estos datos estarán marcados en caracteres indelebles.

En el caso de instalarse equipos propios que realicen la lectura de forma autónoma y la sirvan posteriormente al sistema de monitorización, el protocolo de comunicaciones

utilizado deberá ser entregado por el fabricante. Se escogerán preferentemente aquellos dispositivos que utilicen protocolos estándar (por ejemplo, Modbus) a los que utilicen protocolos propietarios.

4.7.1.18. Estaciones meteorológicas de exterior

Para la medición de la radiación solar incidente y de las condiciones atmosféricas se requerirá de la instalación de una estación meteorológica de multimedición, con un grado de protección IP-54 o superior.

La estación meteorológica deberá medir al menos la radiación solar incidente en el plano de los captadores solares y la temperatura ambiente exterior. La precisión de la temperatura será inferior a ± 1 °C y la precisión de la radiación solar incidente será inferior al 5%.

Opcionalmente podrá realizar la medición de otros datos meteorológicos, tales como humedad relativa ambiente, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento o pluviometría. No se establecen rangos de precisión para estos parámetros.

La comunicación con el sistema de monitorización se realizará bien a través de puerto serie, preferiblemente RS-485, o bien a través de cableado de red Cat. 5.

Los equipos deberán tomar las lecturas de forma autónoma y las servirán posteriormente al sistema de monitorización. El protocolo de comunicaciones utilizado deberá ser entregado por el fabricante. Se escogerán preferentemente aquellos dispositivos que utilicen protocolos estándar (por ejemplo, Modbus) a los que utilicen protocolos propietarios.

4.8. CONDICIONES DE MONTAJE

El montaje de la instalación y de los elementos deberá realizarse por una Empresa Instaladora.

El montaje de la instalación se debe realizar con medios y procedimientos que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

El montaje de la instalación se realizará de acuerdo a la Instrucción Técnica IT 2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, cuyo objeto es establecer el procedimiento a seguir para efectuar las pruebas de puesta en servicio de una instalación térmica.

La Empresa Instaladora se compromete a seguir estrictamente lo expuesto en los Documentos de este Proyecto. Si es necesario realizar alguna modificación, se deberá solicitar permiso al Director de la obra.

La Empresa Instaladora será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el posterior montaje, hasta la Recepción Provisional.

Los materiales y elementos que se encuentren a pie de obra deberán protegerse de golpes, de humedades y de la oxidación.

La realización de la obra deberá cumplir con la exigencia vigente sobre ruidos.

Durante el montaje, la Empresa Instaladora deberá evacuar de la obra todo material sobrante de trabajos realizados con anterioridad.

Una vez finalizada la obra, la Empresa Instaladora deberá limpiar todos los equipos.

La Empresa Instaladora procurará instalar todos los equipos con las placas identificativas bien visibles.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser colocados en lugares visibles y de fácil acceso.

4.8.1. MONTAJE DE EQUIPOS

4.8.1.1. Captadores solares

Deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje en la instalación de los captadores solares sobre la cubierta del edificio.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de avería, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

La Empresa Instaladora procurará evitar que los captadores queden expuestos a radiación solar durante espacios prolongados de tiempo durante el montaje. En este periodo, las conexiones deben estar abiertas a la atmósfera, con dispositivos que impidan la entrada de suciedad.

Los captadores solares deben taparse si no se prevé realizar el arranque de la instalación en un tiempo relativamente corto.

4.8.1.2. Interacumulador

La estructura de soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente. La instalación del interacumulador se hará siguiendo las instrucciones del fabricante. La disposición de los depósitos cilíndricos será vertical para favorecer la estratificación.

4.8.1.3. Intercambiador

Es preciso tener en cuenta la accesibilidad al intercambiador de placas para efectuar reparaciones o proceder a la sustitución en caso de avería.

4.8.1.4. Sistema de llenado

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado.

El circuito primario solar no podrá rellenarse con agua red para prevenir el riesgo de heladas. La reposición del anticongelante se hará de forma manual.

4.8.1.5. Bombas

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en la aspiración y en la impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse aguas arriba por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

4.8.1.6. Tuberías y accesorios

Antes de proceder a la colocación de las tuberías, deberá verificarse que están en perfecto estado de conservación.

Las tuberías deberán almacenarse en lugares donde se encuentre protegidas de las inclemencias del tiempo. Deberán evitarse roces y arrastamientos.

La instalación de tuberías deberá efectuarse de forma ordenada, disponiéndolas siempre que fuera posible en paralelo a tres ejes perpendiculares entre sí, y paralelos a los elementos constructivos del edificio.

Se deberá dejar un espacio suficiente entre cada tubería y cualquier otro elemento, con el fin de permitir una correcta manipulación de la misma en tareas de mantenimiento.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se llevarán a cabo sin transmisión de esfuerzos mecánicos.

Las desviaciones de flujo se realizarán con piezas especiales, como té, codos o curvas, que irán roscadas o soldadas a la tubería. En curvas, la sección transversal no deberá variar.

Las uniones de tuberías se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Los tramos horizontales se montarán con una pendiente ascendente en el sentido de circulación o hacia el purgador más cercano del 1% en el caso del circuito primario solar y de 0,2% para el resto.

4.8.1.7. Aislamiento

El aislamiento no podrá ser interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El aislamiento no podrá ser interrumpido en los soportes de las conducciones.

Los instrumentos de medida y de control deberán quedar visibles y accesibles tras la instalación del aislamiento.

4.8.1.8. Contadores

Los contadores se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje, previendo un sistema de by-pass que permita el funcionamiento de la instalación pese al desmontaje del contador.

En cualquier caso, no existirá obstáculo hidráulico alguno a una distancia igual, al menos, a diez veces el diámetro de la tubería aguas arriba y cinco veces el diámetro de la tubería aguas abajo.

4.8.1.9. Caldera

La caldera estará colocada sobre una base cimentada e incombustible, de forma que no se altere a la temperatura que normalmente vaya a soportar.

4.8.1.10. Sistema de monitorización local y remota

La recogida de los datos se realizará en un único ordenador de rango industrial, de las características descritas en el apartado anterior.

El ordenador industrial se instalará en un lugar de fácil acceso, protegiendo sus conexiones en un cuadro bajo llave.

En el caso de necesitar una conexión a internet inalámbrica, como puede ser el uso de tecnologías móviles UMTS, HSDPA o similares, el módem se instalará junto al ordenador personal, bajo el mismo cuadro. La antena de recepción de datos se instalará en el exterior, con un dispositivo descargador que proteja todo el sistema.

En el caso de disponer una pantalla de visualización de los datos, esta será de tipo industrial. En este caso, el manejo del sistema de monitorización podrá ser táctil.

La Empresa Instaladora realizará las integraciones, mediciones, programaciones y pruebas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de monitorización en local, y en remoto si así se ofertase, antes de la Entrega Provisional.

4.8.1.11. Sensores de temperatura

Los sensores se instalarán preferentemente a contracorriente del flujo a medir.

Si su instalación se realiza en un tramo recto de tubería, preferentemente se colocarán a un ángulo de 45° con respecto al flujo. No obstante, puede alcanzarse un ángulo de hasta 90°.

Si la instalación se realiza en un codo, preferentemente se colocarán paralelos a la tubería de la que proviene el flujo. No obstante, puede colocarse paralelo a la segunda tubería.

Los conductores de toda sensorización deberán ser trenzados y apantallados para disminuir el acoplamiento de señales externas que distorsionen las medidas.

4.8.1.12. Sensores de caudal

Los sensores se instalarán en secciones rectas de tubería, con al menos 5 veces el diámetro antes del sensor y 3 veces el diámetro tras el mismo antes de la siguiente perturbación.

En el caso de que el diámetro de la tubería difiera del diámetro del sensor, pueden utilizarse manguitos reductores. Para garantizar la precisión de la medida, la pendiente de estos no podrá superar los 8°.

Los sensores se instalarán preferentemente en tramos de tubería horizontal. De ser necesaria la instalación en tramos de tubería vertical, esta se hará exclusivamente en tramos ascendentes de flujo, nunca en tramos de flujo descendente.

No se instalarán los sensores junto a la aspiración de una bomba de circulación.

No se instalarán los sensores tras una válvula de corte.

Se recomienda el diseño de un bypass para la realización del mantenimiento periódico de los sensores sin perder el servicio.

Los conductores de toda sensorización deberán ser trenzados y apantallados para disminuir el acoplamiento de señales externas que distorsionen las medidas.

4.8.1.13. Estaciones meteorológicas de exterior

La estación meteorológica se instalará en la cubierta del edificio, preferentemente centrada con respecto a los captadores solares, y libre de posibles sombras.

La estación meteorológica se colocará en un lugar de fácil acceso para su correcto mantenimiento.

La estación meteorológica deberá instalarse de forma que el sensor de radiación solar incidente quede paralelo a la superficie de captación de los captadores solares planos instalados en cubierta.

Si la estación meteorológica posee un indicador de la dirección del viento, el Norte geográfico deberá ser ajustado según las instrucciones del fabricante.

La comunicación con el sistema de monitorización se realizará bien a través de puerto serie, preferiblemente RS-485, o bien a través de cableado de red Cat. 5.

Para prevenir daños en la estación meteorológica y en todos los equipos conectados a ella, el mástil donde se sujete deberá estar correctamente derivado a tierra.

4.9. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

4.9.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del Director de la obra o persona en la quien este delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de todos los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el Proyecto y los datos reales de funcionamiento.

Se verificarán los parámetros de la combustión del sistema auxiliar y se medirán los rendimientos del mismo, exceptuando aquellos generadores que aporten certificación CE.

Se probarán hidrostáticamente todas las redes de circulación de fluidos portadores, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o material aislante. A estos efectos, son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE 100151 o UNE-ENV 12108, en función del fluido transportador.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanqueidad hidráulica comprenderá las siguientes fases:

- **Preparación y limpieza de tuberías**

Las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje.

Las pruebas de estanqueidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter.

El uso de productos detergentes no está permitido para redes de tuberías destinadas a la distribución de agua para usos sanitarios.

Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de redes cerradas destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si resultara

menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario.

- **Prueba preliminar de estanqueidad**

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica. Se empleará el mismo fluido transportado o agua a la presión de llenado.

Esta prueba tendrá la duración suficiente para verificar la estanqueidad de todas las uniones.

- **Prueba de resistencia mecánica**

Una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua caliente hasta una temperatura máxima de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar. Para circuitos de Agua Caliente Sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima, con un mínimo de 6 bar.

Para los circuitos primarios de energía solar, la presión de la prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las líneas de seguridad.

Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de las pruebas.

Esta prueba tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

- **Reparación de fugas**

La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la misma y sustituyendo la parte defectuosa con material nuevo.

Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que se garantice la estanqueidad de la red.

- **Pruebas de libre dilatación**

Una vez superadas las pruebas anteriores y que se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. En el caso de instalaciones con captadores solares se llevará a la temperatura de estancamiento.

Durante el enfriamiento de la instalación se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

- **Pruebas finales**

Serán válidas las pruebas finales que se realicen siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599:01 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales.

Las pruebas de libre dilatación y las pruebas finales del subsistema solar se realizarán en un día soleado y sin demanda.

En el subsistema solar se llevará a cabo una prueba de seguridad en condiciones de estancamiento del circuito primario, a realizar con este lleno y la bomba de circulación parada, cuando el nivel de radiación sobre la apertura del captador sea superior al 80% del valor de irradiancia fijada como máxima, durante al menos una hora.

4.9.2. AJUSTE Y EQUILIBRADO

Las instalaciones térmicas deben ajustarse a los valores de las prestaciones que figuren en el Proyecto dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La Empresa Instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

La Empresa Instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua de acuerdo con lo siguiente:

- Se debe conocer el caudal nominal y la presión de cada circuito hidráulico.
- Se comprobará que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos establecidos en el Proyecto.
- Se debe conocer la curva característica de cada bomba y ajustarla al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor, a los caudales y temperaturas de diseño.
- Se equilibrarán al caudal de diseño las unidades terminales.
- En circuitos con válvulas de control de presión diferencial, se ajustará el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito.
- De existir más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales mediante el procedimiento previsto en el Proyecto.
- Se deben conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño de cada intercambiador de calor, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.
- De existir más de un grupo de captadores solares, se deberá probar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales de la instalación mediante el procedimiento previsto en el Proyecto.

- De existir riesgo de heladas, se comprobará que el fluido de llenado del circuito primario del subsistema solar cumple con los requisitos especificados en el Proyecto.
- Se comprobará el mecanismo del subsistema d energía solar en condiciones de estancamiento así como el retorno a las condiciones de operación nominal sin intervención del usuario con los requisitos establecidos en el Proyecto.

4.9.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Empresa Instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.
- Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- Comprobación e la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.
- Comprobación de que los consumos energéticos se hayan dentro de los márgenes previstos en el Proyecto.
- Comprobación del funcionamiento y del consumo de motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

4.9.4. PRUEBAS EN EL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

La Empresa Instaladora debe realizar las siguientes pruebas de funcionamiento del sistema de monitorización:

- Se deberá comprobar la duración del Sistema de Alimentación Ininterrumpida.
- Se deberá comprobar el correcto rearme del sistema de monitorización tras una pérdida repentina de la potencia eléctrica.
- Se deberá comprobar el perfecto estado de las comunicaciones, tanto por puertos serie RS-232 como por puertos serie RS-485.
- Se deberá comprobar que las medidas recogidas por el sistema de monitorización se corresponden con los valores reales de todas las magnitudes medidas, en el momento de la prueba, dentro de tolerancias admisibles.
- En sensores de temperatura, se deberá comprobar la inercia térmica de los mismos.
- Se verificará el buen funcionamiento de la base de datos, recogiendo valores al menos de 24 horas de forma ininterrumpida. Se comprobará el espacio que ocupan

los datos en el equipo, para realizar una extrapolación y obtener el máximo número de días que se podrán almacenar.

- De haberse creado un sinóptico para visualizar las magnitudes en pantalla, se verificará que cada una de las magnitudes se corresponde con las marcadas en dicho sinóptico.
- De proceder al envío remoto de los datos a través de internet, se comprobará que los valores llegan a destino en los tiempos establecidos.

De detectar alguna anomalía en el funcionamiento, estas deberán repararse y se deberá reiniciar el protocolo de pruebas.

4.9.5. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada la instalación, y realizadas las pruebas de puesta en servicio con resultado satisfactorio, el Instalador habilitado y el Director de la obra, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el Certificado de la Instalación.

El certificado, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- Identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada.
- Identificación de la Empresa Instaladora, Instalador habilitado con carné profesional y del Director de la obra, cuando la participación de este último sea preceptiva.
- Los resultados de las pruebas de puesta en servicio.
- Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el Proyecto y de que cumple con los requisitos establecidos por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

4.10. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO

4.10.1. VIGILANCIA

Las operaciones de vigilancia se deben realizar con cierta periodicidad, normalmente por el usuario final de la instalación.

Las operaciones de vigilancia requieren una inspección meramente visual de la instalación, haciendo especial hincapié en los siguientes puntos:

- Observar si se ha producido algún tipo de corrosión en cualquier parte de la instalación.
- Observar si se han producido fugas en cualquier parte de la instalación.
- Observar si se han producido alarmas en el sistema de monitorización.

4.10.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las operaciones de mantenimiento preventivo deberán realizarse anualmente por una Empresa Mantenedora. Si existe supervisión remota en continuo, la periodicidad se podrá

incrementar hasta 2 años, siempre que queden garantizadas las condiciones de seguridad y eficiencia energética.

La Empresa Mantenedora se comprometerá a la redacción de un “Manual de Uso y Mantenimiento” en el que señale detalladamente las periodicidades de cada una de las actuaciones que se llevarán a cabo en el programa de mantenimiento.

En todo caso, el mantenimiento preventivo habrá de incluir todas aquellas operaciones de mantenimiento y la sustitución de aquellos elementos fungibles o que se hayan deteriorado por su uso habitual.

Asimismo, la Empresa Mantenedora deberá de cuidar el buen funcionamiento del sistema de monitorización, sobre todo si esta realiza el control a distancia.

El Propietario dispondrá de un Libro de Mantenimiento donde se reflejarán todas las operaciones realizadas por el personal técnico competente.

4.10.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

La Empresa Mantenedora deberá corregir cualquier anomalía en el momento en el que se detecte, bien tras ser avisado por el usuario o bien tras una visita preventiva.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo dentro del periodo de garantía formarán parte del precio anual del Contrato de Mantenimiento.

Fuera del periodo de garantía, el usuario deberá aceptar el presupuesto de la Empresa Mantenedora tras la reparación del problema.

4.10.4. PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

La Empresa Mantenedora realizará anualmente un análisis y una evaluación del rendimiento de la instalación en función de los datos almacenados en el sistema de monitorización, ya sea obteniendo los datos desde la propia instalación o bien en remoto si se ha optado por esta opción.

De cualquier forma, la Empresa Mantenedora deberá presentar anualmente un Informe Energético al usuario, comparando los resultados reales con los resultados teóricos obtenidos en el presente Proyecto, indicando al usuario en qué aspectos puede mejorar la utilización de la instalación para que esta resulte más eficiente.

La Empresa Mantenedora asesorará al usuario, recomendado mejoras o modificaciones de la instalación que resulten en una mayor eficiencia energética.

A partir del segundo año, la Empresa Mantenedora deberá comparar del mismo modo los resultados obtenidos con los del año anterior, comprobando la utilidad de las conclusiones realizadas en el informe anterior.

El Informe Energético, al menos deberá poseer de forma gráfica de los valores promedio de los principales valores de la instalación recogidos en el sistema de monitorización que pueden resultar en un ahorro de energía:

- Temperatura ambiente exterior.
- Radiación solar inclinada.
- Temperaturas ambientes interiores en cada uno de los locales calefactados.
- Temperatura de entrada de agua de red.
- Caudal de consumo de Agua Caliente Sanitaria.
- Caudal de consumo de gasóleo.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

DOCUMENTO N°5: PRESUPUESTO

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013

DOCUMENTO N°5: PRESUPUESTO

5.1. ÍNDICE

5.1. ÍNDICE	1
5.2. PARTIDAS PRESUPUESTARIAS	2
5.2.1. CIRCUITO SOLAR ACS	2
5.2.2. CIRCUITO SOLAR CALEFACCIÓN	5
5.2.3. CIRCUITOS SOLARES SECUNDARIOS - CALDERA.....	9
5.2.4. CIRCUITOS SUELO RADIANTE	11
5.2.5. MONITORIZACIÓN.....	16
5.3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	19

5.2. PARTIDAS PRESUPUESTARIAS

5.2.1. CIRCUITO SOLAR ACS					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
010001	CAPTADOR PLANO Roth Heliostar 218 S4 Steck. Captador solar plano para instalación tanto en vertical como en horizontal sobre tejado sin inclinación adicional. Superficie absorbadora: 1,95 m ² . Dimensiones: 1820 x 1200 mm.	1	UD	658,90	658,90
010002	KIT BÁSICO SOBRE TEJADO VERTICAL Heliostar Steck. Para un captador en horizontal. Incluye 2 bastidores de aluminio, 1 juego de fijación, juego de grapas de retención, tornillos de fijación y sujección, conexión steck macho para salida 1/2", conexión steck hembra para salida 1/2", conexión steck macho para cierre, conexión steck hembra para cierre y 6 grupillas de seguridad.	1	UD	123,53	123,53
010003	ADITIVO CALOPORTANTE Azul para captadores planos. Bidón de 10 litros de aditivo para mezclar directamente con el agua al 30%. Protege al circuito solar contra corrosión o heladas. Compartido con el captador solar de ACS (1/16). Totalmente colocado.	1	UD	5,46	5,46

5.2.1. CIRCUITO SOLAR ACS					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
010004	INTERACUMULADOR Viessmann Vitocell 100-W (Modelo CUG). Interacumulador horizontal situado bajo caldera, con calentamiento interior, de acero, con esmaltado de dos capas Ceraprotect. Volumen: 150 l. Totalmente instalado.	1	UD	1210,00	1210,00
010005	BOMBA DE CIRCULACIÓN Grundfos Alpha2 15-40 130. Pequeña circuladora de función de clase energética A. Rango de temperatura: 2-110 °C. Totalmente instalado.	1	UD	409,42	409,42
010006	VASO DE EXPANSIÓN Ibaiondo 2 SMF. Vaso de expansión en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Apta para uso de anticongelantes. Volumen: 2 l. Totalmente instalado.	1	UD	15,05	15,05
010007	TUBO DE COBRE RÍGIDO. Diámetro interior: 20 mm. Espesor: 1 mm. Totalmente instalado.	20	ML	4,85	97,00
010008	AISLAMIENTO DE TUBO.	5	ML	4,95	24,75
010009	CODO 90° Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm. Totalmente instalado.	6	UD	3,10	18,60
010010	MANGUITO Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm.	2	UD	1,79	3,58

5.2.1. CIRCUITO SOLAR ACS					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
010011	TE IGUAL Hembra/Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm.	4	UD	5,89	23,56
010012	VÁLVULA DE BOLA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	9	UD	8,45	76,05
010013	VÁLVULA DE COMPUERTA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	2	UD	6,48	12,96
010014	VÁLVULA ANTIRRETORNO. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	1	UD	5,23	5,23
010015	VÁLVULA DE SEGURIDAD tarada a 10 bar. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	2	UD	13,92	27,84
010016	PURGADOR DE BOYA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	1	UD	15,64	15,64
TOTAL (EUR)					2.727,57

5.2.2. CIRCUITO SOLAR CALEFACCIÓN					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
020001	CAPTADOR PLANO Roth Heliostar 218 S4 Steck. Captador solar plano para instalación tanto en vertical como en horizontal sobre tejado sin inclinación adicional. Superficie absorbadora: 1,95 m2. Dimensiones: 1820 x 1200 mm.	15	UD	658,90	9.883,50
020002	KIT BÁSICO SOBRE TEJADO VERTICAL Heliostar Steck. Para un captador en horizontal. Incluye 2 bastidores de aluminio, 1 juego de fijación, juego de grapas de retención, tornillos de fijación y sujección, conexión steck macho para salida 1/2", conexión steck hembra para salida 1/2", conexión steck macho para cierre, conexión steck hembra para cierre y 6 grupillas de seguridad.	1	UD	123,53	123,53
020003	JUEGO BASTIDOR ST VERTICAL Heliostar Steck. Para dos captadores en horizontal. Incluye 4 bastidores de aluminio, set de unión perfilada, juego de grapas de retención dobles, 2 mangueras flexibles corrugadas de acero inoxidable y aislamiento a los rayos UV, tornillos, tuercas, arandelas, conexión steck macho para salida 1/2", conexión steck hembra para salida 1/2", conexión steck macho para cierre, conexión steck hembra para cierre y 6 grupillas de seguridad.	7	UD	236,83	1.657,81

5.2.2. CIRCUITO SOLAR CALEFACCIÓN					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
020004	ADITIVO CALOPORTANTE Azul para captadores planos. Bidón de 10 litros de aditivo para mezclar directamente con el agua al 30%. Protege al circuito solar contra corrosión o heladas. Compartido con el captador solar de ACS (15/16). Totalmente colocado.	1	UD	81,88	81,88
020005	COMPENSADOR DE DILATACIONES Heliostar Steck.	14	UD	52,25	731,50
020006	INTERCAMBIADOR DE PLACAS Comeval S1-9TLA. Intercambiador de placas recambiables con juntas de estanqueidad de caucho y sin elementos de soldadura. Potencia: 23000 kcal/h) Totalmente instalado.	1	UD	302,50	302,50
020007	BOMBA DE CIRCULACIÓN Grundfos Alpha2 15-40 130. Pequeña circuladora de función de clase energética A. Rango de temperatura: 2-110 °C. Totalmente instalado.	1	UD	409,42	409,42
020008	VASO DE EXPANSIÓN Ibaiondo 2 SMF. Vaso de expansión en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Apta para uso de anticongelantes. Volumen: 2 l. Totalmente instalado.	1	UD	15,05	15,05

5.2.2. CIRCUITO SOLAR CALEFACCIÓN					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
020009	TUBO DE COBRE RÍGIDO. Diámetro interior: 20 mm. Espesor: 1 mm. Totalmente instalado.	25	ML	4,85	121,25
020010	AISLAMIENTO DE TUBO.	6	ML	4,95	29,70
020011	CODO 90° Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm. Totalmente instalado.	8	UD	3,10	24,80
020012	MANGUITO Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm.	3	UD	1,79	5,37
020013	TE IGUAL Hembra/Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm.	3	UD	5,89	17,67
020014	VÁLVULA DE BOLA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	20	UD	8,45	169,00
020015	VÁLVULA DE COMPUERTA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	1	UD	6,48	6,48
020016	VÁLVULA ANTIRRETORNO. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	1	UD	5,23	5,23
020017	VÁLVULA DE SEGURIDAD tarada a 10 bar. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	2	UD	13,92	27,84
020018	PURGADOR DE BOYA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	15	UD	15,64	234,60
TOTAL (EUR)					13.847,13

5.2.3. CIRCUITOS SOLARES SECUNDARIOS - CALDERA					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
030001	CALDERA DE GASÓLEO SILENT D CONDENS 30 SI UNIT. Grupo térmico digital de chapa de acero de condensación para calefacción y ACS instantánea. Potencia nominal útil 50-30 °C: 30 kW. Rendimiento útil 30% pot. Máxima: 103,7%. Totalmente instalado.	1	UD	1.713,80	1.713,80
030002	BOMBA DE CIRCULACIÓN Grundfos Alpha2 15-60 130. Pequeña circuladora de funcición de clase energética A. Rango de temperatura: 2-110 °C. Totalmente instalado.	1	UD	381,78	381,78
030003	VASO DE EXPANSIÓN Ibaiondo 5 CMR. Vaso de expansión para circuitos de ACS en circuitos abiertos. Membrana no recambiable. Apta para agua potable. Volumen: 5 l. Totalmente instalado.	1	UD	22,18	22,18
030004	Uponor GRUPO DE IMPULSIÓN MPG10 sin centralita. Conexión a colectores instalados en pared o interior de caja de colectores. Incluye Bomba de impulsión Grundfos Alpha2L 15-60, Válvula mezcladora de 3 vías, Control proporcional de presión, Válvula de bola + Válvula de equilibrado, Sensor de temperatura de suministro y Termómetro de impulsión.	1	UD	983,62	983,62

5.2.3. CIRCUITOS SOLARES SECUNDARIOS - CALDERA					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
030005	TUBO DE COBRE RÍGIDO. Diámetro interior: 20 mm. Espesor: 1 mm. Totalmente instalado.	10	ML	4,85	48,50
030006	AISLAMIENTO DE TUBO.	4	ML	4,95	19,80
030007	CODO 90° Hembra/Hembra. Diámetro interior: 22 mm. Totalmente instalado.	10	UD	3,10	31,00
030008	VÁLVULA DE BOLA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	16	UD	8,45	135,20
030009	VÁLVULA DE TRES VÍAS. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	2	UD	36,61	73,22
030010	VÁLVULA ANTIRRETORNO. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	4	UD	5,23	20,92
030011	VÁLVULA DE SEGURIDAD tarada a 10 bar. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	2	UD	13,92	27,84
030012	PURGADOR DE BOYA. Diámetro interior: 20 mm. Totalmente instalado.	1	UD	15,64	15,64
TOTAL (EUR)					3.473,50

5.2.4. CIRCUITOS SUELO RADIANTE					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
040001	MANO DE OBRA. Levantar solera antigua, extraer emisores térmicos antiguos, eliminar tubería sobrante, limpiar y desescombrar.	1	UD	3.600,00	3.600,00
040002	BOMBA DE CIRCULACIÓN Grundfos Alpha2 25-40 N 180. Pequeña circuladora de acero inoxidable de clase energética A. Rango de temperatura: 2-110 °C. Totalmente instalado.	1	UD	363,88	363,88
040003	VASO DE EXPANSIÓN Ibaiondo 2 SMF. Vaso de expansión en circuito cerrado. Membrana no recambiable. Apta para uso de anticongelantes. Volumen: 2 l. Totalmente instalado.	1	UD	15,05	15,05
040004	Uponor CAJA DE COLECTORES. Caja para 5-7 salidas fabricada en acero galvanizado de 1 mm de espesor. Altura: 700 mm. Profundidad: 80 mm. Totalmente colocado.	1	UD	94,58	94,58
040005	Uponor TAPA COLECTORES. Tapa de colectores zincada y pintada al horno de color blanco. Cuenta con marco y cerradura. Altura: 700 mm. Totalmente colocado.	1	UD	82,74	82,74

5.2.4. CIRCUITOS SUELO RADIANTE					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
040006	Uponor KIT COLECTOR CON CAUDALÍMETRO 2 SALIDAS. Fabricado en material plástico de alta resistencia libre de oxidaciones que soporta hasta 95 °C y una presión de 6 bar en condiciones puntuales. Incluye 2 purgadores, 2 llaves de paso, 2 termómetros, 1 kit de soporte y 2 caudalímetros. Totalmente colocado.	1	UD	245,51	245,51
040007	Uponor MÓDULO BÁSICO COLECTOR CON CAUDALÍMETRO 1 SALIDA. Fabricado en material plástico de alta resistencia, que soporta hasta 95 °C y una presión de 6 bar en condiciones puntuales. Libre de oxidaciones. Totalmente colocado.	5	UD	53,47	267,35
040008	Uponor ADAPTADOR COLECTOR. Set de 2 unidades de adaptador para conectar las tuberías 16x1,8 al colector plástico. Totalmente colocado.	4	UD	5,23	20,92
040009	Uponor CURVATUBOS. Curvatubos plástico que mantiene y facilita el curvado de las tuberías en su acceso y conexión al colector.	14	UD	2,20	30,80

5.2.4. CIRCUITOS SUELO RADIANTE					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
040010	Uponor CABEZAL ELECTROTÉRMICO. Cabezal electrotérmico con rosca macho para colector plástico. Válvula de regulación con sistema termostático que actúa sobre el retorno de cada circuito, controlando el caudal de recirculación en función de la señal de un termostato ambiente. Tensión de alimentación: 24 VDC. Totalmente colocado.	7	UD	49,80	348,60
040011	Uponor ADITIVO PARA MORTERO. Aditivo que evita la inclusión de aire en el mortero facilitando la adhesión a las tuberías Uponor evalPEX. Bidón de 30 kg.	1	UD	289,08	289,08
040012	Uponor ZÓCALO PERIMETRAL. Banda de espuma de polietileno con doble cinta adhesiva para su unión a la pared y al panel. Absorbe las dilataciones del mortero de cemento y evita los puentes térmicos. Ancho: 150 mm. Totalmente colocado.	40	ML	2,18	87,20
040013	Uponor FILM DE POLIETILENO antihumedad. Film antihumeadda para la utilización sobre forjados húmedos. Ancho: 1 m. Totalmente colocado.	80	ML	1,19	95,20

5.2.4. CIRCUITOS SUELO RADIANTE					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
040014	Uponor PANEL PORTATUBOS. Panel portatubos de tetones de poliuretano expandido (EPS) válido para tubo de 16 y 17 mm. Permite paso múltiple entre los tubos de 5 cm. Superficie útil: 1,12 m2. Dimensiones: 1450x850x13 mm. Totalmente colocado.	75	UD	19,32	1.449,00
040015	TUBERÍA Uponor evalPEX 16x1,8. Tubería de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno de etilvinil-alcohol (EVAL) y recubierta de una capa adicional de PE modificado para proteger contra agresiones y evitar el deterioro de la capa de EVAL. Diámetro: 16 mm. Totalmente colocado.	450	ML	2,30	1.035,00
040016	TUBERÍA Uponor evalPEX 32x2,9. Tubería de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno de etilvinil-alcohol (EVAL) y recubierta de una capa adicional de PE modificado para proteger contra agresiones y evitar el deterioro de la capa de EVAL. Diámetro: 32 mm. Totalmente colocado.	50	ML	8,39	419,50

5.2.4. CIRCUITOS SUELO RADIANTE					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
040017	Uponor KIT DISPLAY Evolution I76 y UNIDAD BASE Evolution C56 Radio Control System. Unidad de control termostático hasta 12 termostatos radio y 14 cabezales electrotérmicos 24V. Display con funciones de autoequilibrado, chequeo de habitaciones, diagnóstico de la temperatura de impulsión. Incluye antena. Totalmente instalado.	1	UD	679,38	679,38
040018	Uponor TERMOSTATO Premium Radio Control System. Termostato que mide la temperatura operativa que sentiría un ser humano en el ambiente en el que esté situado. Color Blanco. Totalmente instalado.	8	UD	182,22	1275,54
TOTAL (EUR)					10.399,33

5.2.5. MONITORIZACIÓN					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
050001	ORDENADOR DE MONITORIZACIÓN MOEE RS-2244. Ordenador de rango industrial con 1 puerto RS-232 (DB-9), 2 puertos RS-232 (embornados), 2 puertos RS-485 (embornados), 4 puertos USB, 1 puerto de red 10/100, 1 salida de vídeo analógica VGA y 1 salida de alimentación estabilizada 12 VDC. Alimentación: 9-36 VDC. Totalmente instalado.	1	UD	1.314,50	1.314,50
050002	LICENCIA DE SOFTWARE DE MONITORIZACIÓN MOEESolutionCenter para 1 equipo local y 1 equipo remoto. Totalmente instalado.	1	UD	995,00	995,00
050003	PANTALLA TÁCTIL 15". Conexión: VGA. Resolución: 1024x768. Totalmente instalado.	1	UD	181,50	181,50
050004	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA 500 KVA. Totalmente instalado.	1	UD	137,50	137,50
050005	DISPOSITIVO DE E/S PHIDGETS PhidgetInterfaceKit 8/8/8. Dispositivo de 8 entradas analógicas 0-5 VDC, 8 entradas digitales y 8 salidas digitales con comunicación a ordenador vía USB. Alimentación: 5 VDC (USB). Incluye caja transparente para la protección de la electrónica. Totalmente instalado.	1	UD	82,84	82,84

5.2.5. MONITORIZACIÓN					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
050006	ADAPTADOR 4-20 mA PHIDGETS 1132_0. Adaptador de señales 4-20 mA. Transforma la señal en tensión 0-5 VDC para conectar al dispositivo de entradas y salidas. Alimentación: 5 VDC (Dispositivo de entradas y salidas). Totalmente instalado.	5	UD	28,08	140,40
050007	SENSOR DE TEMPERATURA Omni TT-342-CVO. Sensor de inmersión de alta temperatura para monitorización en sistemas de tuberías. Junta de neopreno para asegurar un buen sellado del sensor en el conducto. Salida analógica seleccionable 0-10 VDC o 4-20 mA. Alimentación: 24 VDC. Incluye sonda de temperatura en acero inoxidable TO-PO521-65 de 25 mm. Totalmente instalado.	5	UD	126,31	631,55
050008	CAUDALÍMETRO Omni M910-Vo(DN25)-0-2-0. Caudalímetro electromagnético, PN16, con unidad de visualización. Salida analógica 4-20 mA y salida de pulsos. Monitorización remota vía RS-485 mediante protocolo ASCII. Alimentación: 24 VDC. Incluye software de calibración y configuración. Totalmente instalado.	2	UD	978,43	1.956,86

5.2.5. MONITORIZACIÓN					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Importe
050009	ESTACIÓN METEOROLÓGICA Omni WS501-UMB. Estación meteorológica compacta para medición de velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica y radiación solar. Monitorización remota vía RS-485 mediante protocolos ASCII, UMB, SDI-12 y ModBus. Alimentación: 24 VDC. Totalmente instalado.	1	UD	2.244,35	2.244,35
050010	Uponor MÓDULO PARA DOMÓTICA Media Couper TR 131. Permite integrar y monitorizar los sistemas de climatización invisible en viviendas, basándose en el protocolo KNX. Alimentación: 230 VAC. Totalmente instalado.	1	UD	354,55	354,55
050011	CABLE COMPUESTO 2x1,5+1x2x0,75 Ap Al. 2 conductores de cobre pulido de 1,5 mm ² de sección para alimentación de los equipos a 24 VDC y 2 conductores de cobre pulido, trenzados y apantallados en aluminio de 0,75 mm ² para la transmisión de señales entre los equipos y el ordenador de monitorización. Cubierta de PVC. Totalmente instalado.	100	ML	1,79	179,00
TOTAL (EUR)					8.218,05

5.3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO		
Capítulo	Descripción	Importe
1	CIRCUITO SOLAR ACS	2.727,57
2	CIRCUITO SOLAR CALEFACCIÓN	13.847,13
3	CIRCUITOS SOLARES SECUNDARIOS - CALDERA	3.473,50
4	CIRCUITOS SUELO RADIANTE	10.399,33
5	MONITORIZACIÓN	8.218,05
NETO EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)		32.665,58
BENEFICIO INDUSTRIAL CONTRATISTA (6%)		2.319,93
NETO CONTRATISTA (EUR)		32.665,58
IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO (21%)		8.606,96
TOTAL CONTRATISTA (EUR)		49.592,47
HONORARIOS PROYECTISTA (6%)		2.319,93
NETO PROYECTISTA (EUR)		2.319,93
IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO (21%)		487,19
TOTAL PROYECTISTA (EUR)		2.807,12
TOTAL GENERAL (EUR)		52.399,59

El presupuesto general del Proyecto asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS**.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOORTE DE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUELO RADIANTE

DOCUMENTO N°6: BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Daniel Lázaro Carretero

Tutor: Miguel Ángel Pascual Buisán

Pamplona, 23 de julio de 2013

DOCUMENTO N°6: BIBLIOGRAFÍA

6.1. ÍNDICE

6.1. ÍNDICE	1
6.2. NORMATIVA	2
6.2.1. LEYES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	2
6.2.2. NORMAS DE REFERENCIA.....	2
6.3. GUÍAS TÉCNICAS Y MANUALES	3
6.4. CATÁLOGOS COMERCIALES	3
6.5. SITIOS WEB	4
6.6. SOFTWARE EMPLEADO	4

6.2. NORMATIVA

6.2.1. LEYES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Código Técnico de la Edificación (CTE).
 - Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
 - Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
 - Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
 - Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
 - Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
 - Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
 - Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

6.2.2. NORMAS DE REFERENCIA

- Informe UNE 100014:2004 IN. Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.

- Informe UNE 100030:3005 IN. Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE-EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004).
- Norma EN ISO 9920:2009. Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa. (ISO 9920:2007, versión corregida 2008-11-01) (Ratificada por AENOR en junio de 2010.)
- Norma UNE-EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
- Norma UNE-EN 12207:2000. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.
- Norma UNE-EN 1026:2000. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo.
- Norma UNE-EN 1264:2012. Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies.
- Norma UNE-EN 12975-2:2006. Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.
- Norma UNE 100155:2004. Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.

6.3. GUÍAS TÉCNICAS Y MANUALES

- Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto, redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Guía de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (versión 2013), editada por la Oficina Catalana del Cambio Climático.
- Aplicaciones de calefacción y climatización. Manual técnico Sistema Uponor de calefacción por suelo radiante y anexos, editados por Uponor Hispania S.A.U.
- Apuntes de la asignatura Climatización, editados por el equipo docente de la Universidad Pública de Navarra (UPNA).
- Apuntes de la asignatura Calefacción y Agua Caliente Sanitaria, editados por el equipo docente de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

6.4. CATÁLOGOS COMERCIALES

- Energía Solar Térmica Roth, editado por Global Plastic, S.A.
- Sistemas de calefacción para viviendas Grundfos, editado por Bombas Grundfos España, S.A.
- Catálogo general de calefacción y energías renovables, editado por Ferroli España, S.L.U.
- Programa completo Eficiencia Plus, editado por Viessmann, S.L.
- Intercambiadores de calor de placas, editado por Comeval, S.L.
- MOEESolutionCenter, editado por Phercab, S.L.

- Uponor Tarifa 2013, editado por Uponor Hispania S.A.U.
- Tarifa 2013, editado por Industrias Ibaiondo, S.A.

6.5. SITIOS WEB

- www.idae.es - Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.
- www.codigotecnico.org – Código Técnico de la Edificación.
- www.censolar.es – Centro de Estudios de la Energía Solar.
- www.solarweb.net – Energía solar.
- www.omniinstruments.co.uk – Omni Instruments.
- www.sedecatastro.gob.es – Sede Electrónica del Catastro.
- apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus - EnergyPlus Energy Simulation Software – U.S. Department of Energy.
- http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/bulletin_en.htm - Boletín de precios al consumidor de productos derivados del petróleo en los estados de la Unión Europea.
- openstudio.nrel.gov – OpenStudio – National Renewable Energy Laboratory
- www.sketchup.com – Trimble SketchUp (antes Google SketchUp)

6.6. SOFTWARE EMPLEADO

- | | |
|---|------------------------|
| • Google SketchUp | Versión 8.0.14346. |
| • EnergyPlus | Versión 7.2.0. |
| • OpenStudio Trimble SketchUp Plug-in | Versión 0.11.0.11573 |
| • Results Viewer for EnergyPlus simulations | Versión 0.11.0.11573 |
| • LIDER Código Técnico de la Edificación | Versión 1.0 |
| • Autodesk Autocad 2013 | Versión G.55.0.0 |
| • Adobe Photoshop CS6 | Versión 13.0.1 |
| • Adobe Acrobat XI | Versión 11.0.3 |
| • Microsoft Word 2010 | Versión 14.0.4760.1000 |
| • Microsoft Excel 2010 | Versión 14.0.4760.1000 |